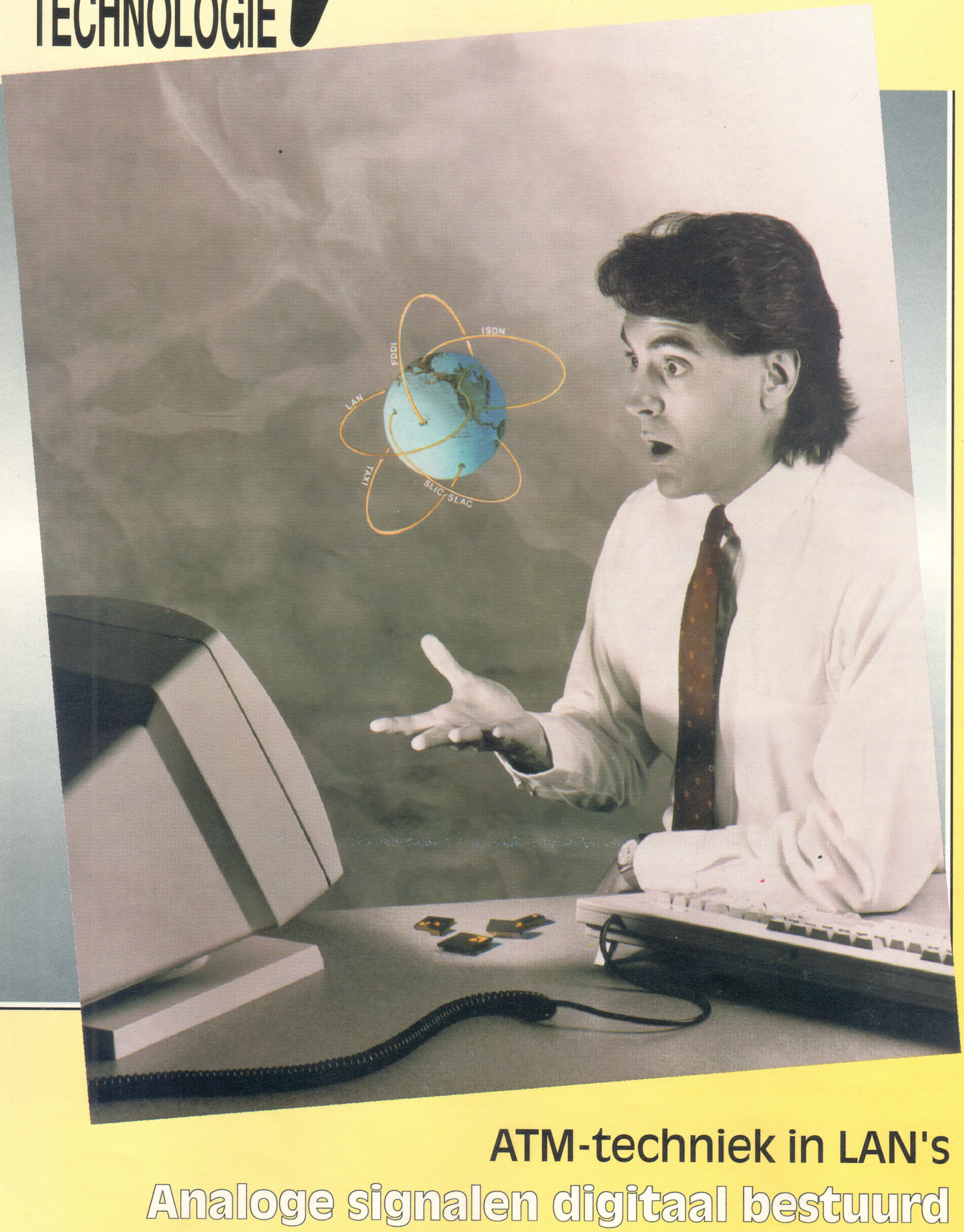
TECHNOLOGIE

Vakblad voor de technische professional

JAARGANG 3-5
5
93

KIVI
NIRIA



ATM-techniek in LAN's

Analoge signalen digitaal bestuurd

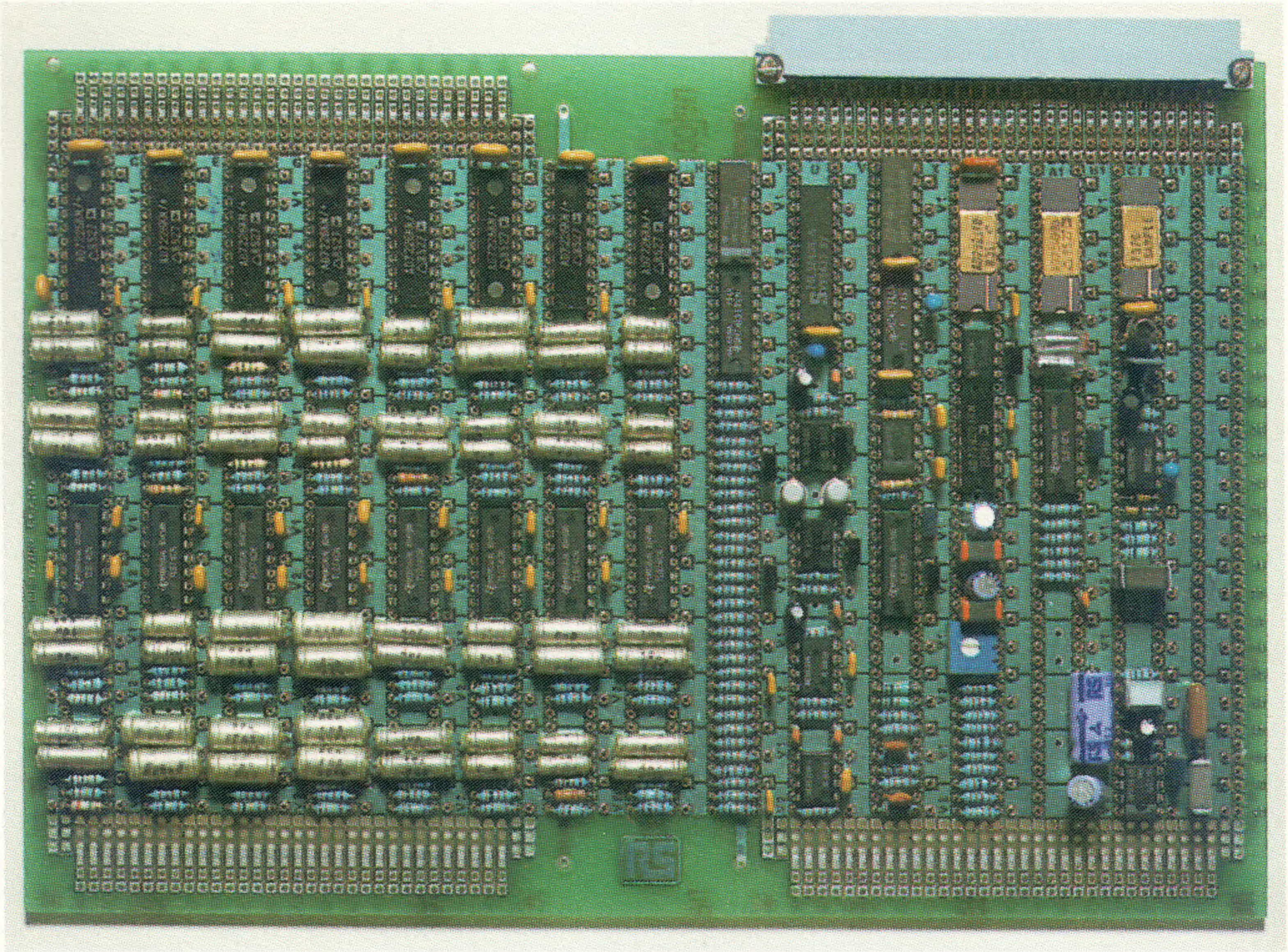
Inhoud

Bij de voorplaat:
Communicatienetwerken van diverse pluimage omspannen straks onze aardbol en zorgen ervoor dat we via onze PC snel contacten kunnen leggen met al of niet ver van ons verwijderde informatiebronnen. Als gevolg van het in toenemende mate beschikbaar komen van snelle communicatiefaciliteiten zal het zogenaamde telewerken een belangrijke bijdrage kunnen gaan leveren aan het bestrijden van de milieuproblematiek veroorzaakt door het file-spitsverkeer.
Eén van de momenteel in opmars zijnde industriestandaards voor datacommunicatie in open netwerken is die van de Asynchronous Transfer Mode (ATM). Over de mogelijkheden met deze ATM-technologie in derde generatie Local Area Networks berichten we in dit nummer.
(Foto: AMD)

Analoge signalen digitaal bestuurd

10

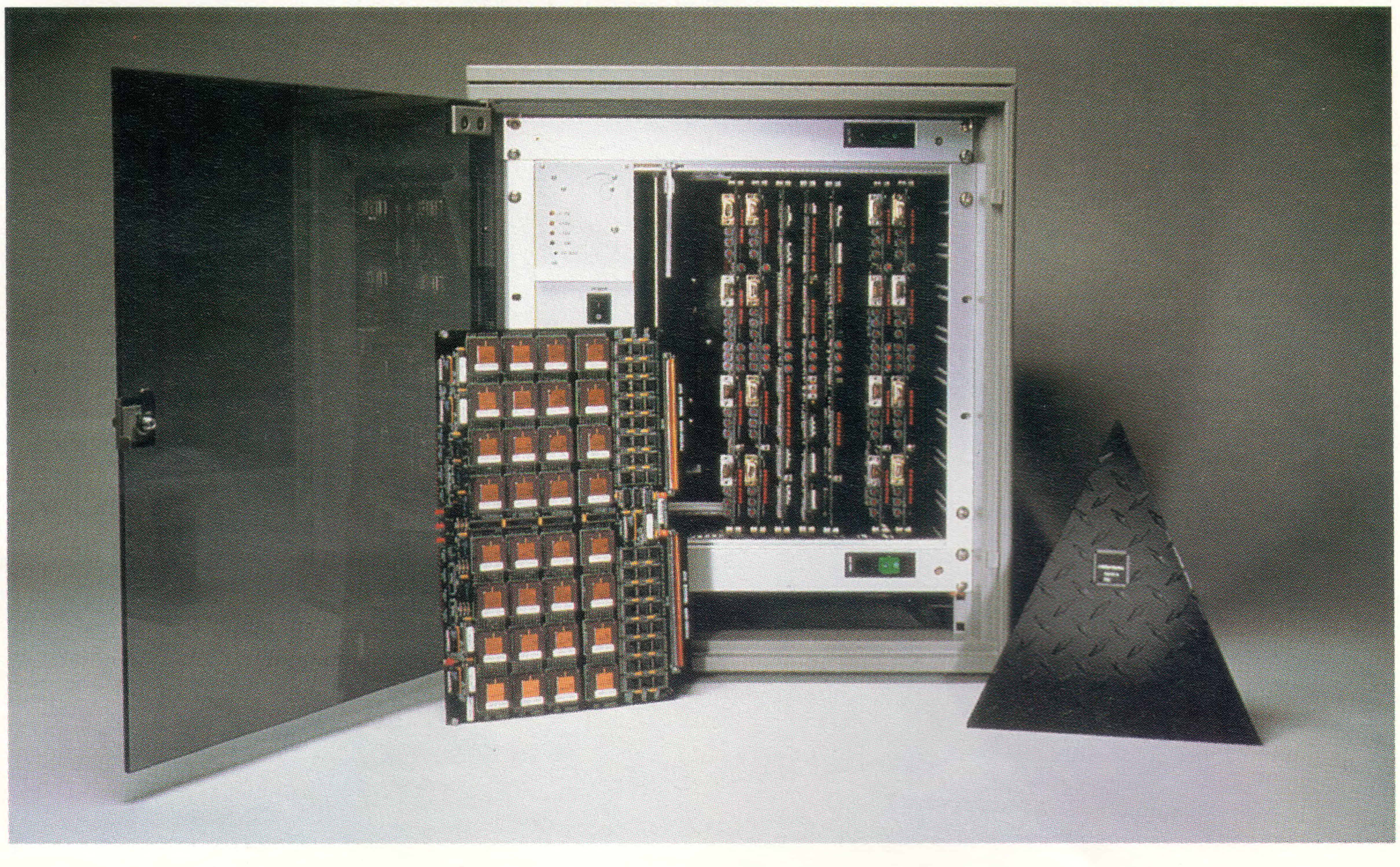
Hoewel in hedendaagse audioprodukten vrijwel alles draait om digitale technologie, zijn er in deze sector toch nog genoeg toepassingen waar analoge technieken zich veel makkelijker en vooral goedkoper laten implementeren. In dit artikel onderwerpen we het ontwerp van een professionele zichzelf kalibrerende derde-octaaf audio-equalizer aan een nadere beschouwing.



ATM-techniek voor derde generatie LAN's

16

"Derde generatie"-LAN's, gebaseerd op ATM-technologie met snelle schakelmatrices, moeten het hoofd bieden aan de groeiende druk op bedrijfscommunicatienetwerken. Gebruik van ATM brengt een naadloze integratie van LAN's en WAN's onder handbereik.



Summaries

Digital control of analog signals 10

Ir. P.J.L. McGee, Vakredacteur Design Automation

While it can undoubtedly be said that digital technology is 'in' when it comes to audio products nowadays, there are still plenty of applications where analog techniques are much simpler and cheaper to implement. Here we explore the design of a professional self-adapting third-octave audio equalizer incorporating fully-digital control possibilities coupled with a wholly-analog audio signal path. It is thus something of a 'hybrid', combining digital and analog technology to exploit the advantages of each.

ATM switching fabric for third generation LAN's 16

ING. W.A.M. Snijders; Telecommunications Editor

The popularity of the client/server model en windows oriented user interfaces puts heavy pressure on "shared media" Local Area Networks. Even 16Mbit/s Token Ring and 100 Mbit/s FDDI networks are in imminent danger of collapsing under this pressure. In the near future the situation wil worsen due to the introduction of multimedia applications and video-to-the-desktop. To solve this problem SynOptics develops a completely new "third generation" LAN concept based on the "Fast Matrix ATM" switching architecture. This development focusses on protection of current investments in cabling and application software. With ATM, also being the CCITT standardized transfer mode for broadband ISDN, seamlessly interworking of Local and Wide Area Networks will become a reality.

Multiple processors enhance radio testing 28

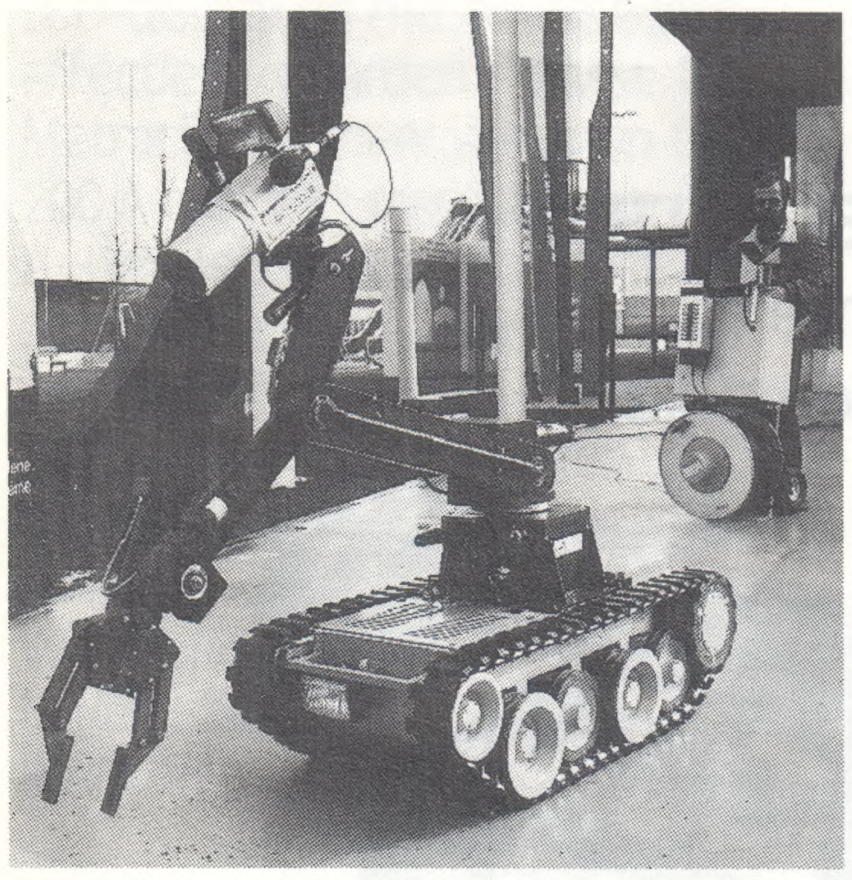
Clive Rodmell BSc, Marconi Instruments, Hertfordshire, UK

With the advent of cellular and trunked radio systems, the task of testing both base stations and mobile units has become significantly more complex over the last decade. Future systems will place even higher demands on test equipment. Fortunately, the functionality of the test equipment has kept pace with the demands of the radio technology. An example of this new generation test equipment is the Marconi Radio Test Set 2965, which combines a variety of test functions in a single, futureproof instrument using a multiprocessor architecture.

Behendig grijpen in mensvijandige omgeving

34

Geavanceerde teleoperators kunnen bijdragen aan de veiligheid van de mens en aan de winstmarge in alle delen van de nucleaire industrie, van mijnbouw tot reactorbedrijf, onderhoud, vernieuwing, reprocessing, decommisioning en ongevalmanagement.



Radiotestapparatuur evolueert naar multi-processor-systemen

28

De snelle ontwikkeling van nieuwe radiosystemen stelt hoge eisen aan de veelzijdigheid en toekomstvastheid van radiotestapparatuur. De Marconi radiotestset 2965 kan - door het gebruik van een multiprocessorarchitectuur - ruimschoots aan de eisen des tijds voldoen.



Digitale/Analoge Technologie is een uitgave van

VNU BUSINESS PUBLICATIONS AMSTERDAM

Adres
Rijnsburgstraat 11
1059 AT AMSTERDAM
Postbus 90162
1006 BD AMSTERDAM
telefoon: 020-510 29 22
telefax: 020-617 41 21
Uitgeefdirecteur
drs. Rein Goedkoop
Uitgever
mr. Barent Momma
Hoofdredacteur a.i.
Bert Wiggers
telefoon: 020-510 22 82
Eindredacteur
ing. Martin van Leeuwen
telefoon: 020-510 24 43
Redactiecommissie
ing. J.A.C.M. Dieben (voorzitter; NIRIA)
ir. F.J.M. Heitkamp (KIvI)
ir. A.C. Monsfort (KIvI)
ing. W. van der Poel (NIRIA)
Vakredactie
ir. P.J.L. McGee (design automation)
prof.ir. G. Honderd (regeltechniek)
ing. W.A.M. Snijders (telecommunicatie)
W. Tebra (meettechniek)
ing. J. Zondervan (elektronica, materialen)
Bureauredactie
Evert Vermeer
telefoon: 020-510 25 59
Redactiesecretariaat
telefoon: 020-510 24 38
Vormgeving en produktie
Mark Wouterse
Advertentie-exploitatie
Kim Geven
telefoon: 020-510 24 56
Corine Vijn
telefoon: 020-510 25 49
Advertentie-order
Helma Klein Sprokkelhorst
telefoon: 020-510 24 51
Marketing
Saskia Jongman
Nicole Voorhuis
Rob Versluis
telefoon: 020-510 22 13
Abonnementen
Leden van KIvI en NIRIA dienen zich te wenden tot het onderstaande secretariaat van hun vereniging
Niet-leden f 142,50 (11 nummers)
Studenten f 70,- (11 nummers)
Proefabonnement f 30,- (3 nummers)
Buitenland f 192,50 per jaar
Luchtpost op aanvraag
Aanmelden bij: VNU Business Publications
Afdeling Lezersservice
Antwoordnummer 46027
1060 VB AMSTERDAM
telefoon: 020-510 28 78
Vragen over abonnementen niet-leden: afdeling abonnementen, telefoon: 020-510 28 79

KIVI

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs KIvI is de vereniging van TU-ingenieurs in Nederland
Secretariaat: Prinsessegracht 23
Postbus 30424
2500 GK DEN HAAG
telefoon: 070-391 99 00

NIRIA

De Nederlandse Ingenieursvereniging NIRIA is de algemene en landelijke organisatie van HBO-ingenieurs
Secretariaat: Van Stolkweg 6
Postbus 84220
2508 AE DEN HAAG
telefoon: 070-352 21 41

Druk
Senefelder Misset Grafisch Bedrijf
Doetinchem
Oplage
10 500 exemplaren
ISSN
0924-7327
Lid NOTU

Help!

Onlangs is in Parijs opgericht de onderneming HELP! International. Deze nieuwe onderneming biedt Nederlandse bedrijven de mogelijkheid zich te laten begeleiden bij hun benadering van de Franse markt. Hiertoe biedt Help! International naast tolk- en vertaaldiensten, assistentie op het gebied van de handelsbemiddeling en informatieverzameling (financiële, commerciële en marktinformatie) aan.
Men beschikt over een gedegen kennis van zowel de Nederlandse als de Franse markt en tien jaar ervaring in handelsbemiddeling tussen Franse en Nederlandse bedrijven.
Voor meer informatie: Help! International, Mme. M. Sjardin, 12 Rue du Gué, 94440 Villecresnes, Frankrijk, tel.: 09-33 1 45 69 71 62; fax: 09-33 1 45 69 72 44. (Nederlandstalig!)

Inspectie elektronische industrie

Tot eind dit jaar gaat de arbeidsinspectie landelijk een groot aantal inspecties uitvoeren in diverse industrietakken, waaronder de elektronische industrie, en in het onderwijs. De inspecties worden steekproefsgewijs uitgevoerd. Bedrijven zullen zonder vooraankondiging worden bezocht. De inspecties zijn gericht op een goede zorg voor de arbeidsomstandigheden. Er zal vooral aandacht worden besteed aan de inrichting van de gebouwen en werkruimten, het veilig gebruiken van machines en werktuigen, het omgaan met de opslag van gevaarlijke stoffen, schadelijk geluid en de ergonomische inrichting van de werkplek. De inspecties in het onderwijs zijn gericht op opleidingsinstituten in het leerlingwezen, bedrijfsscholen, centra voor vakopleiding en vormingscentra voor leerplichtige jongeren.
Het inspectiegebied omvat ongeveer 1055 elektrotechnische bedrijven, waarvan er ongeveer 500 zullen worden geïnspecteerd.
Over de opheffing van tekortkomingen die bij inspecties aan het licht komen, worden schriftelijke afspraken gemaakt met de werkgever. Worden ernstige tekortkomingen geconstateerd, dan kan dit leiden tot het direct stilleggen van de betreffende bedrijfsactiviteiten.

Ook meldingsplicht voor overheid

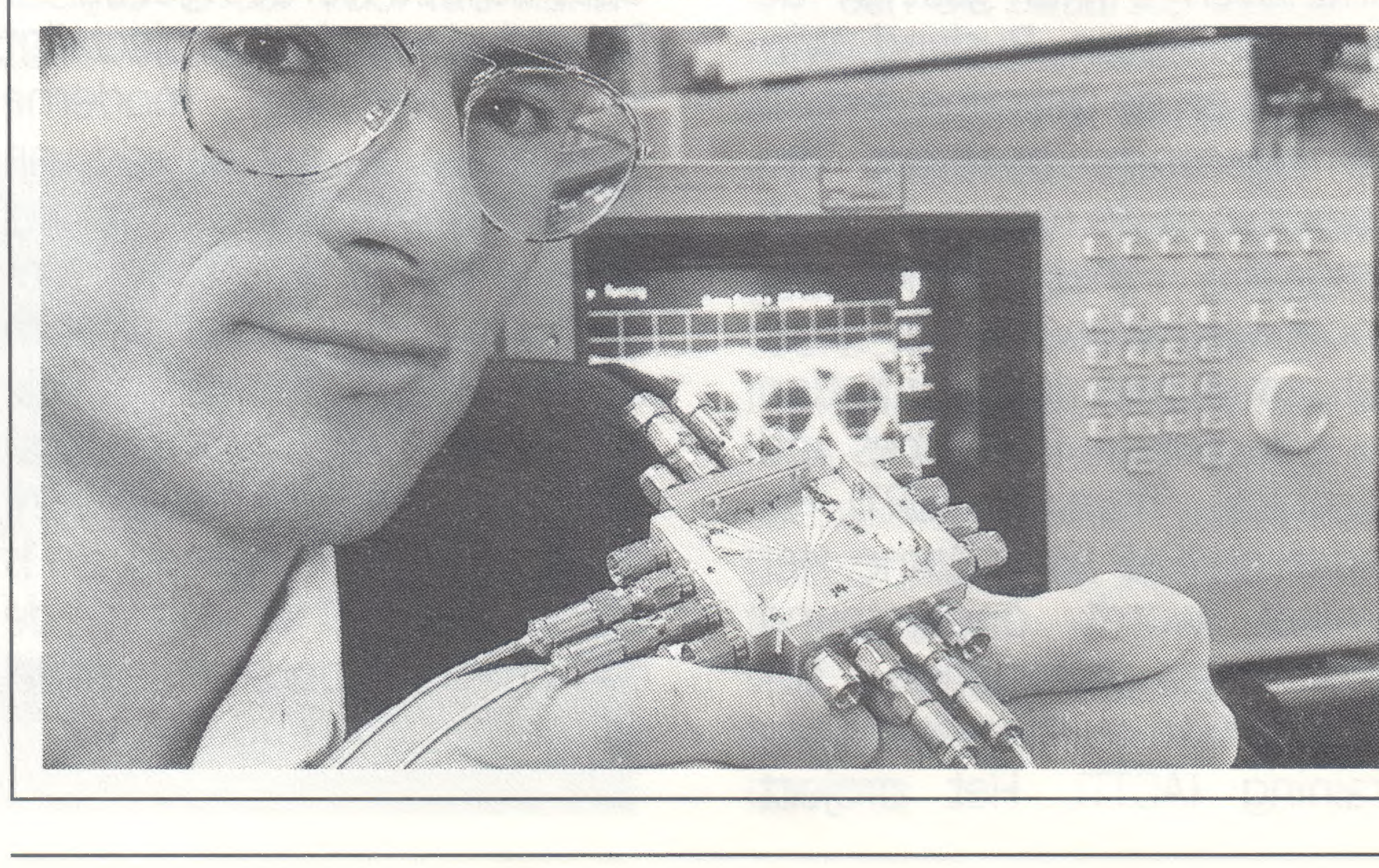
Ook voor de werkgevers in de overheidssector bestaat straks de verplichting om over ongevallen op het werk binnen veertien dagen te rapporteren bij de directeur-generaal van de Arbeid van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Daarbij moet worden aangegeven wat de aard van het letsel en het ongeval is. De verplichting wordt opgenomen in de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet).
Dit blijkt uit een nota van wijziging die minister De Vries van Sociale Zaken en Werkgelegenheid voor advies naar de Arboraad heeft gestuurd. De wijziging houdt verband met de doorvoering van de EG-richtlijn ter verbetering van de veiligheid en gezondheid van werknemers op het werk, de zogenoemde Kaderrichtlijn. Daarvoor ligt al een voorstel tot aanpassing van de Arbowet bij de Tweede Kamer. De nu voorgestelde wijziging vormt een aanvulling op dit wetsvoorstel.

Management-problemen

De verkoopkosten stijgen, maar de omzet neemt niet toe. Menig manager wordt met dit probleem geconfronteerd. Het oplossen ervan is moeilijk, vooral omdat de exacte oorzaak vaak onduidelijk is. Martin Kolkman van de Universiteit Twente heeft een methodiek ontwikkeld om de vele factoren die een rol spelen in dergelijke managementproblemen te achterhalen en met elkaar in verband te brengen. Zo ontstaat een precieze, complete probleemstelling waarmee het specificeren van mogelijke oplossingen en dus het vernieuwen van produkten en produktieprocessen veel eenvoudiger wordt. Kolkman heeft zijn 'Probleem Artriculatie Methodiek' vervat in een computerprogramma, waarmee ook lange termijn prognoses mogelijk zijn.
Voor informatie: Martin Kolkman, tel.: 053-89 39 12.

Snelste chip ter wereld

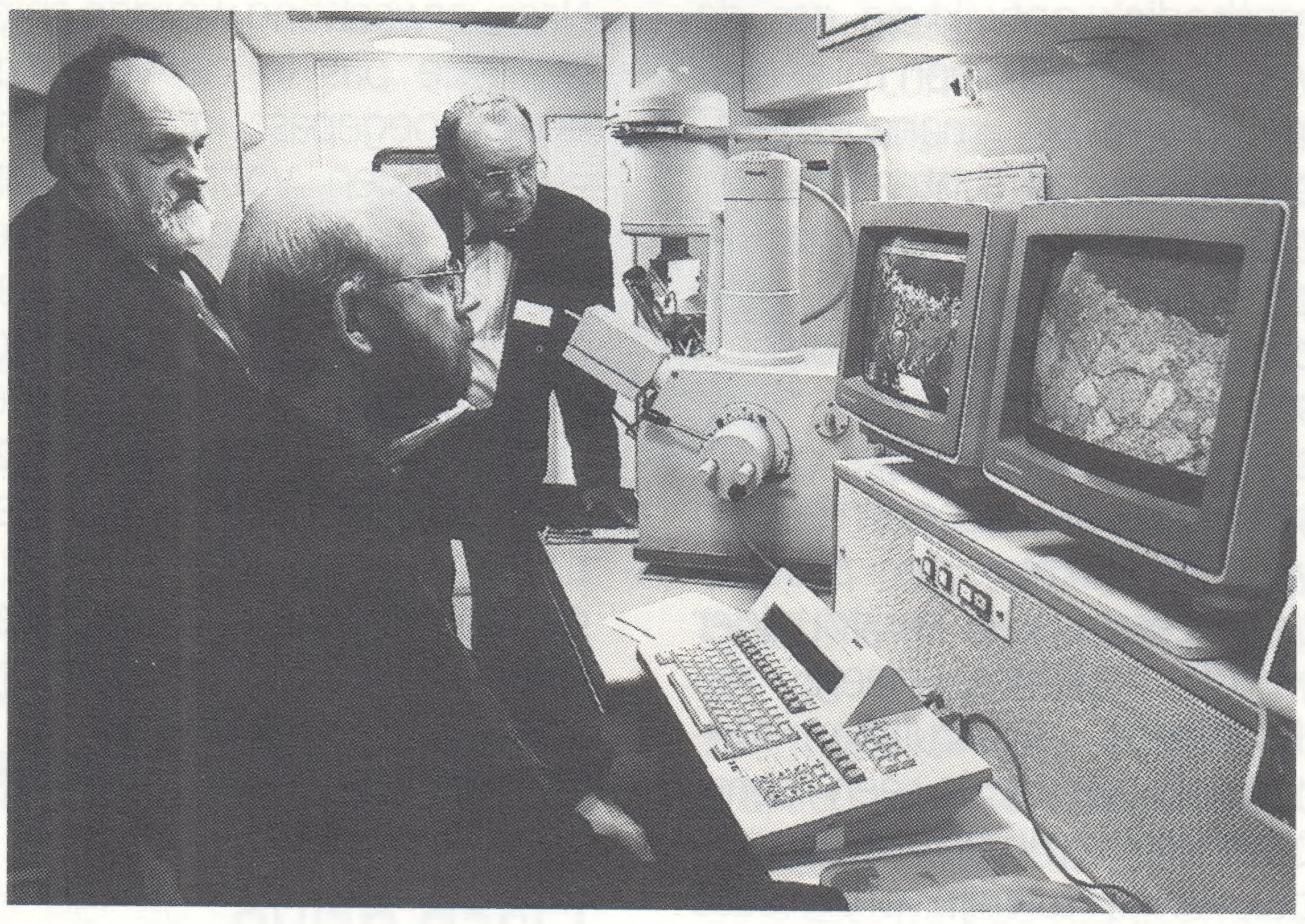
Het minuscule siliciumschijfje is op zijn testframe weliswaar moeilijk herkenbaar, maar het is wel het snelste ter wereld. Zijn nauwelijks voorstelbare verwerkingssnelheid van 40 miljard bit (40 gigabit) per seconde betekende onlangs een nieuw wereldrecord. Dankzij deze nieuwe ontwikkeling hebben wetenschappelijke teams van het onderzoekscentrum van Siemens te München en van de Ruhr-universiteit Bochum ook voor een doorbraak in de micro-elektronica gezorgd. Tot voor kort werd namelijk aangenomen dat dergelijke snelheden met siliciumchips niet konden worden bereikt. Deze grote stap vooruit kon worden gerealiseerd door nieuwe produktiemethoden, een revolutionair transistor-concept en door een speciale schakeltechniek waarmee hoge snelheden kunnen worden bereikt.



Naar verwachting worden chips als deze pas in de volgende eeuw toegepast in glasvezelverbindingen voor de transmissie van digitale televisiebeelden en wellicht van driedimensionale HDTV-programma's. Tegenwoordig bestaan wereldwijd alleen nog maar proeftrajecten voor een transmissiesnelheid van 2,5 miljard bit per seconde. Aan chips voor de 10 gigabit-generatie wordt gewerkt.

Flash drive

Onlangs hebben Intel Corporation en Conner Peripherals Inc. de specificaties vrijgegeven van de door hen gezamenlijk ontwikkelde 'FLASH-drive' technologie. In deze specificaties wordt het prototype beschreven van een drive op basis van Intel Flash-geheugen met een aansturingsprincipe van Conner. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid van een 'harddisk' met geheugenchips, waarbij de compatibiliteit met bestaande roterende magnetische opslagsystemen blijft behouden.
De nieuwe technologie betekent een nieuwe impuls voor de portable computermarkt, maar zal daarnaast ook een groot toepassingsgebied kennen in de desktop-markt.
Evoluatiemodellen van de Flash-drive komen medio dit jaar beschikbaar. De eerste commerciële produkten worden eind dit jaar verwacht. Intel en Conner onderzoeken ook de ontwikkeling van massa-opslag op basis van de PCMCIA-standaard, met gebruik van Intel's huidige en toekomstige generaties Flash-chips.
Voor informatie: Intel Benelux, Rotterdam, tel.: 010-407 11 13.



Elektronenmicroscopie voor monumentenzorg

In Duitsland zijn voor het behoud van nationale monumenten twee rijdende scanningelektronenmicroscopen van Philips ingezet. De twee mobiele SEM's worden onder meer gebruikt voor het analyseren van historische Fresco's en muurschilderingen. Analyses dus van voorwerpen die niet of nauwelijks te verplaatsen zijn.
Na de eerste successen van deze mobiele laboratoriumfaciliteiten hebben zich nog meer toepassingsgebieden aangediend. Zo kan men op deze wijze ook vaststellen hoe natuursteen in de praktijk wordt aangetast. Schadelijke invloeden van zouten en van slijm en zuur dat wordt uitgescheiden door micro-organismen kunnen uitstekend ter plaatse worden geanalyseerd met gebruikmaking van cryotechnieken. Ook kunnen de SEM's op locatie bepalen of hout dat in vakwerkconstructies wordt toegepast, in vlotten is getransporteerd of droog is vervoerd.
Hoe effectief bepaalde conserveringsmethoden zijn, kan men eveneens 'on the spot' vaststellen.
Voor informatie: Philips Nederland, Analysetechnieken, Eindhoven, tel.: 040-78 24 21.

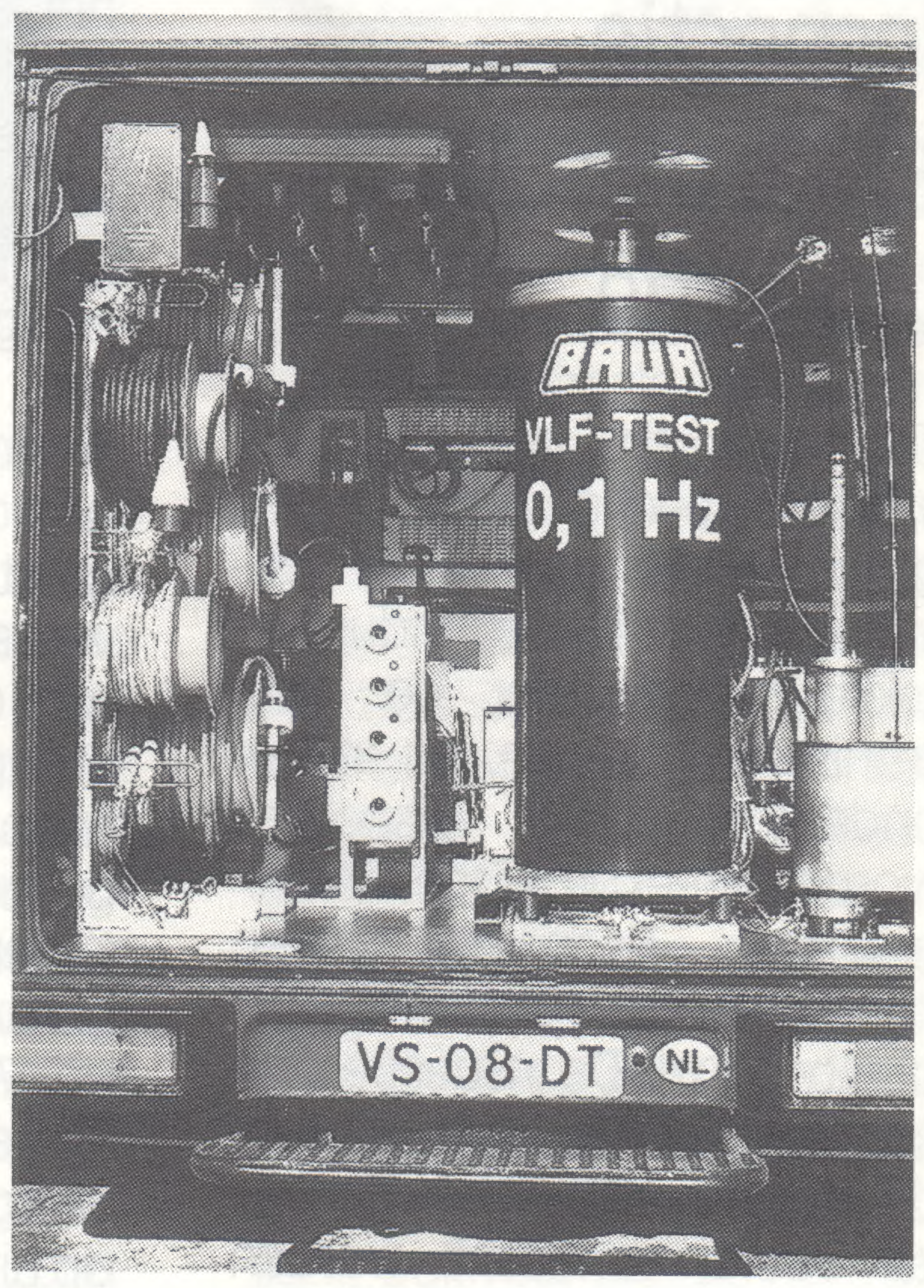
Trainingscentra in Oost-Europa

De Pedagogische Technische Hogeschool Nederland te Eindhoven (PTHE) gaat in de Baltische Staten, Rusland, Wit-Rusland en de Oekraine dertien trainingscentra opzetten om opleiders in de regio's te leren omgaan met moderne onderwijsmethoden. Ze doet dat samen met de Organisation for Educational Resources and Technical Training (ORT) te Loden en IFAP IRI te Rome. Het project wordt ondersteund door de Association for Cooperation in Transeuropean Training (ACTT). Het project wordt gesubsidieerd door de Europese Gemeenschap en de deelnemende landen.
Het is voor het eerst dat een Nederlandse Hogeschool op zo'n grootschalig project in Oost-Europa wordt ingezet.
De reden van het project ligt in het feit dat moderne technieken op het gebied van onderwijs in Oost-Europa wel bekend zijn, maar dat men niet over de kennis beschikt om onderwijsleermethoden die voor hun eigen onderwijssituatie geschikt zijn, te kiezen, laat staan te ontwikkelen. Zo is bijvoorbeeld het gebruik van de computer als onderwijsmiddel nauwelijks gemeengoed.

Thuiswerken zoals op kantoor

In Nederland is een toenemende belangstelling voor het thuiswerken. Om de werkzaamheden op voldoende grote schaal van kantoor naar huis te kunnen verplaatsen, zijn goede communicatievoorzieningen essentieel. ISDN zal daarbij een belangrijke rol gaan spelen. KNX, een Engels bedrijf, haakt met het ISIS LAN-systeem op innovatieve wijze in op de mogelijkheden die het nieuwe ISDN biedt. Het gaat om een PC-kaart die alle relevante functies van ISDN en Ethernet verenigt. Met dit produkt zou het thuiswerken als volgt kunnen worden gerealiseerd. Zodra er thuis een werkstation wordt opgestart, wordt de gewenste applicatie geladen. Gebeurt dit normaliter via een LAN vanaf een server, dan realiseert ISIS LAN volautomatisch een ISDN-verbinding naar het LAN op kantoor. De benodigde software hoeft dus niet in het werkstation aanwezig te zijn, want die wordt uit de server opgehaald. Het ISIS LAN-systeem gedraagt zich hierbij als een transparante, protocol onafhankelijke AC-layer bridge.
Na het opstarten wordt, telkens als er informatie van of naar de centrale server nodig is, vliegensvlug een verbinding via ISDN opgezet. Zodra dat kan wordt die verbinding ook weer verbroken om onnodige gesprekskosten te voorkomen.
Inlichtingen: You/Com Telecommunicatie, Delft, tel.: 015-62 59 55.

Test en meetwagen



Onlangs nam de NV PNEM Facilitair Bedrijf te 's-Hertogenbosch een meetwagen ingebruik die onder meer is uitgerust met geavanceerde elektronische apparatuur met als belangrijkste component de 0,1 Hz generator. De apparatuur is bedoeld voor het testen van ondergrondse kunststof energiekabels van het type XLPE en in geval van doorslag het inmeten van foutplaatsen.
Omdat bestaande meettechnieken niet voldeden, worden al sinds 1982 onderzoek en experimenten uitgevoerd. De nieuwe meetapparatuur en de daarbij behorende methoden en technieken zijn in de afgelopen jaren ontwikkeld in samenwerking met fabrikanten en nutsbedrijven in Nederland, Denemarken, Groot Brittannië en Oostenrijk. Daarnaast heeft de Kema een belangrijke bijdrage aan de ontwikkeling en realisatie geleverd.
De gebruikte apparatuur, methoden en technieken veroorzaken bij het testen geen extra veroudering van de kabel. Dit in tegenstelling tot de traditionele gelijkspanningsmethode. Met oude apparatuur kan slechts 20% van de kabelfouten worden opgespoord, met behulp van de 0,1 Hz generator stijgt dit percentage tot 75 à 80%.
Inlichtingen: NV PNEM Facilitair Bedrijf, 's-Hertogenbosch, tel.: 073-15 49 25.

Milieubeschermingsprijs

Het Environmental Protection Agency (EPA), een Amerikaanse milieubeschermingsorganisatie, heeft de "Energy Star Computers Ally" milieuprijs toegekend aan Advanced Micro Devices (AMD). AMD kreeg de onderscheiding voor de rol die het bedrijf speelt in de computerindustrie door de levering van energiebesparende componenten en de energiezuinige technologieën. Het EPA Energy Star Computers programma stimuleert samenwerking van computerfabrikanten, waardoor meer energiezuinige PC's op de markt komen en minder luchtvervuiling door het opwekken van energie optreedt.
Vooral AMD's 3,3-volt microprocessors, geheugencomponenten en Small Computer System Interface (SCSI) controllers, die soms 50% minder energie verbruiken dan gebruikelijke industriële componenten worden door EPA genoemd.
EPA schat dat computersystemen momenteel verantwoordelijk zijn voor 5% van het energieverbruik in de Verenigde Staten en dat dit verbruik tegen het jaar 2000 zelfs 10% zal bedragen. Volgens EPA staat het merendeel van deze computers de hele dag aan terwijl ze niet actief gebruikt worden en blijft 30 tot 40% zelfs ook 's nachts en tijdens het weekend aan.

Draagbare basiskennis

Koffers kunnen niet alleen voorwerpen transporteren, maar tevens kennis. De ontwerpers van opleidingssystemen bij 'Siemens-installatietechniek' hebben een koffer ontworpen die alle basiskennis bevat voor aankomende elektromonteurs. De leerkoffer die is bedoeld voor het theoretische onderwijs bevat functionerende schakelingen met bedrading voor alle belangrijke basisproeven in de elektrotechniek zoals de wet van Ohm of de parallelschakeling van weerstanden. Plaatst de leerling een oefensjabloon en brengt hij de betreffende componenten op de daarvoor bestemde plaatsen aan, dan wordt de stroomkring gesloten en de werking van de betreffende schakeling aanschouwelijk gedemonstreerd. Zo wordt aan de droge theorie een behoorlijke dosis praktijk toegevoegd.

Elektronische informatie-uitwisseling

Vooraanstaande leveranciers van software op het gebied van computer aided design (CAD) en logistieke systemen werken samen met TNO aan de ontwikkeling van standaarden voor informatie-overdracht tussen ontwerp- en produktieafdelingen van bedrijven. Dit gebeurt in het DEsign And Logistics-project 'DEAL', dat zich in eerste instantie richt op vaste afspraken voor de elektronische uitwisseling van artikel- en stuklijstgegevens.
'DEAL' wordt uitgevoerd in het kader van de regeling Telematica Gidsprojecten van Economische Zaken.
DEAL moet leiden tot communicatiemodules die deel gaan uitmaken van het assortiment van pakketleveranciers. De modules moeten gemakkelijk en tegen geringe kosten in bedrijven kunnen worden ingevoerd. In het project werken samen Ban Info Systems, CYCO Software, EDS Unigraphics, Inter Access Infostore, Intergraph Benelux en Rocomp. In opdracht van dit collectief van leveranciers voert het Instituut voor Produktie en Logistiek TNO (IPL) in Eindhoven de gemeenschappelijke activiteiten uit, gericht op het consolideren en uitdragen van het afsprakenstelsel.
Informatie: ir. A.L. Bulder (IPL-TNO), tel.: 040-47 47 36.

mei

5-6 **Geografie**: Internationale vakbeurs en congres Geotechnica, Keulen, Duitsland. Inf.: Ned.-Duitse Kamer van Koophandel, Den Haag, tel.: (070)-361 42 51.
11-14 **Industriële Automatisering:** Vakbeurs Industriële Automatisering, RAI, Amsterdam. Inf.: RAI, Amsterdam, tel.: (020)-549 12 12.
11-13 **Automation '93:** Automatiseringsshow en congres, CNIT Parijs. Inf.: SEPIC-Automation, Parijs, tel.: 09-33 1 49 68 54 61.
11 **Regeltechniek:** Studiedag Industriële niveaumetingen ten behoeve van processen en voorraden, Jaarbeurs, Utrecht. Inf.: Bureau NIRIA, Den Haag, tel.: (070)-352 21 41.
12-14 **Automatisering:** Cursus Hands-on UNIX, Maarssen. Inf.: IIR Technology, Maarssen, tel.: (03465)-8 22 00
12-14 **Europe Software '93:** Internale automatiseringsvakbeurs, Jaarbeurs, Utrecht. Inf.: Jaarbeurs, Utrecht, tel.: (030)-95 59 11.
20-24 **Elektronica:** Internationale vakbeurs voor elektrotechniek en elektronica Intel 93, Milaan.
25 **Compact Disk:** CD-Media jaardag, conferentie: Interactie met media, nu en in de toekomst, RAI, Amsterdam. Inf.: NOVI, tel.: (03465)-6 07 44.
25-27 **Produktie:** PATO-cursus 'Produktiemanagement en technologie', Wolfheze. Inf.: Stichting PATO, Den Haag, tel.: (070)-364 49 57.

juni

1, 2, 8, 9 **Logistiek:** PATO-cursus 'Logistiek van produktiebesturing en voorraadbeheersing', Oisterwijk. Inf.: Stichting PATO, Den Haag, tel.: (070)-364 49 57.
4, 11, 18, 25 **Analyse:** PATO-cursus 'Gegeneraliseerde lineaire modellen', Eindhoven. Inf.: Stichting PATO, Den Haag, tel.: (070)-364 49 57.
7, 8, 14, 15, 21, 22 **Mechatronica:** PATO-cursus 'Mechatronisch ontwerpen', Universiteit Twente. Inf.: Stichting PATO, Den Haag, tel.: (070)-364 49 57.
7, 8, 14, 15 **Transport:** PATO-cursus 'Stortgoed en transportwerktuigen', Delft. Inf.: Stichting PATO, Den Haag, tel.: (070)-364 49 57.
8 **Communicatie:** Congres 'Communicatiekosten omlaag', Rijnhotel Rotterdam. Inf.: Management Forum, Vlaardingen, tel.: (010)-234 01 55.
10 **Meettechniek:** Seminar Elektroakoestiek, Nieuwegein. Inf.: Brüel & Kjær Nederland, Nieuwegein, tel.: (03402)-3 99 94.
10, 11, 17, 18, 24, 25 **Communicatie:** Pato-cursus Satelliet Communicatie, Eindhoven. Inf.: Stichting Pato, Den Haag, tel. (070)-364 49 57.

september

1-5 **Beveiliging:** Internationale beurs Security, New Delhi, India. Inf.: Nowea International, Düsseldorf, tel.: 09-49 211 45 60 717.
7-10 **Informatica:** EUFIT '93, Europees congres over Fuzzy en intelligente technieken, Aken. Inf.: Elite Foundation, Aken, Duitsland, tel.: 09-49 2408 69 69.
12-14 **Gereedschap:** Toolex, vakbeurs voor ijzerwaren en gereedschappen, Jaarbeurs, Utrecht. Inf.: Jaarbeurs, utrecht, tel.: (030)-95 59 11.
27-2(okt.) **Efficiency beurs '93:** Vakbeurs voor informatie-, communicatietechniek en kantoorinrichting, RAI, Amsterdam. Inf.: RAI Amsterdam, tel.: (020)-549 12 12.

oktober

4-6 **Kwaliteit:** Symposium Reliability: a competitive edge, Amsterdam. Inf.: Dutch Reliability Society, Eindhoven, tel.: (040)-47 37 29.
4-8 **Elektrotechniek:** Elektrotechniek '93, vakbeurs voor elektrotechniek en industriële elektronica, Jaarbeurs, Utrecht. Inf.: Jaarbeurs, Utrecht, tel.: (030)-95 59 11.
4-8 **Beveiliging:** Security '93, internationale beveiligingsbeurs, Jaarbeurs, Utrecht. Inf.: Jaarbeurs, Utrecht, tel.: (030)-95 59 11.
18-22 **Systems '93:** Internationale vakbeurs voor computers, communicatie en toepassingen, München, Duitsland. Inf.: Ned.-Duitse Kamer van Koophandel, Den Haag, tel.: (070)-361 42 51.

Analoog, digitaal of een hybride van beide?

Analoge signalen digitaal bestuurd

Hoewel in hedendaagse audioprodukten vrijwel alles draait om digitale technologie, zijn er in deze sector toch nog genoeg toepassingen waar analoge technieken zich veel makkelijker en vooral goedkoper laten implementeren. In dit artikel onderwerpen we het ontwerp van een professionele zichzelf kalibrerende derde-octaaf audio-equalizer aan een nadere beschouwing. Hoewel er mogelijkheden voor volledig digitale besturing zijn ingebouwd, beschikt de equalizer over een geheel analoog audio signaalpad. Er is dus sprake van een soort hybride schakeling, waarin digitale en analoge technologie zijn toegepast om de voordelen van elk zo goed mogelijk uit te buiten.

IR. P.J.L. McGEE
vakredacteur Design Automation

In de afgelopen jaren is het gebruik van digitale/analoge convertors (DAC's) in systemen die automatische processorgestuurde kalibratie vereisen, sterk toegenomen. Een en ander vloeit voort uit de mogelijkheid de DAC als een soort digitaal gestuurde potentiometer in te zetten. Verder neemt eveneens het gebruik van digitale signaalverwerkingstechnieken (DSP) in zowel consumenten als professionele audio-apparatuur toe. Digitalisering zorgt niet alleen voor een verbeterde geluidskwaliteit, maar weet ook diverse automatiseringsfuncties (via microprocessorbesturing) te realiseren, die bij analoge bewerking niet mogelijk zouden zijn. Een geheel uitgevoerde derde-octaaf equalizer met A/D-omzetting, digitale signaalbewerking en vervolgens weer D/A-omzetting om het bewerkte audiosignaal beschik-baar te krijgen, zou een zeer bruikbaar, maar zelfs naar de normen van vandaag een zeer duur gereedschap zijn.

Zoals gezegd de equalizer die we hier beschrijven voorziet in digitale besturingsmogelijkheden (met 8-bit DAC's als besturingselementen), maar bevat een geheel analoog audiosignaalpad. Hoewel de digitale besturing niet direct bijdraagt tot verbetering van de geluidskwaliteit, maakt ze het toch mogelijk om real time en onder microprocessorbesturing equalizerfuncties uit te voeren.

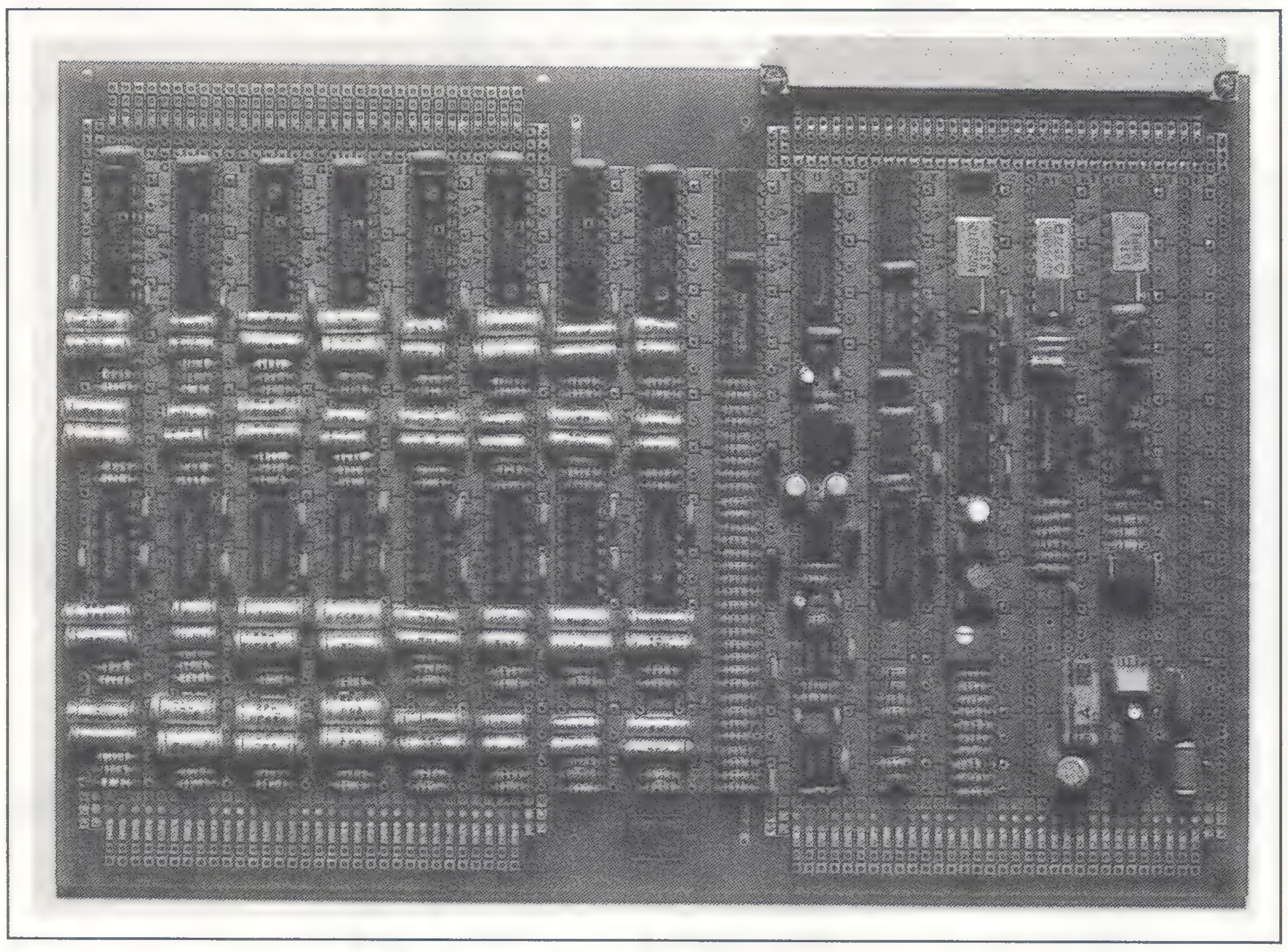
Automatische kalibratie

De audio equalizer is van het één-kanaalstype, met 32 derde-octaaf banden op standaard intervalafstanden. De conventionele schuifpotentiometers zijn vervangen door 8-bit DAC's om binnen elke afzonderlijke band over een volledig digitale wijze van versterking/verzwakking te kunnen beschikken. Een en ander is gecombineerd met een extra banddoorlaatfilter met een digitaal instelbare resonantiefrequentie (eigenlijk een spectrum-analyzer) om de frequentieresponsie van een luisterruimte te kunnen meten en automatisch de inverse responsie te kunnen creëren om de omgevingsinvloeden uit te schakelen. Andere responsies kan men handmatig in presetgeheugens invoeren. Desgewenst kan men ook rekenkundige bewerkingen op een opgeslagen responsie loslaten.

Een blokdiagram van het equalizerbesturingscircuit is weergegeven in figuur 1. Zoals gebruikelijk in professionele toepassingen, is de equalizer geschakeld tussen de voorversterker en de eindversterker van het systeem. Als referentie voor een 'vlakke' frequentieresponsie gebruikt men roze ruis ('pink noise'), omdat deze over een constant vermogen beschikt binnen elke octaafbrede band. Witte ruis ('white noise') is ongeschikt voor correlatie in een op octaafbanden gebaseerd systeem, omdat deze een vermogenstoename van +3 dB per octaaf introduceert. De pink noise wordt geïnjecteerd in de vermogensversterker, waarna de speakers het signaal over de ruimte verspreiden. Een zeer goede microfoon op de gewen-

ste luisterpositie voert de gereflecteerde ruis naar de frequentieresponsie-analyzer waar de omgevingskarakteristieken worden gemeten. Het systeem omvat tevens automatische kalibratie van de microfoonversterker om variabelen als afstand ten opzichte van de luidsprekers, geluidsdruk in het meetpunt en microfoongevoeligheid te kunnen verdisconteren. Deze geregelde versterkeroutput gaat naar een banddoorlaatfilter (BPF) waarvan de resonantiefrequentie f_o digitaal kan worden ingesteld op elk van de 32 f_o's van de equalizer. Na gelijkrichting en gemiddelde niveaudetectie wordt een voor de vermogensspectrumdichtheid (PSD) representatief gelijkspanningsniveau gevoerd naar een 8-bits analoog/digitaal-convertor (ADC). Door de f_o van het BPF zodanig te variëren dat deze overeenkomt met de f_o-frequenties van de afzonderlijke equalizerbanden en aan de hand van de ADC-output de spectrale densiteit van de pink noise te bepalen, kan de microprocessor automatisch de juiste binaire codes berekenen die aan de DAC's moeten worden aangeboden om de juiste PSD in de luisterpositie te creëren. Met andere woorden, de frequentieresponsie van het systeem kan geheel vlak worden gemaakt.

Dit idee is natuurlijk niet nieuw. De probleembenadering met pink noise en spectrumanalyse wordt al heel wat jaren toegepast, maar de besturingskring werd dan meestal handmatig ingesteld. Er was dus altijd een operator nodig om de spectrumanalyse te beoordelen en met de schuiven weer een vlak spectrum in te stellen. Er zijn zelfs apparaten in de handel gebracht waarbij elektromotortjes de regelschuiven verstellen. Het in dit artikel beschreven apparaat is voor zover bekend het eerste instrument dat van DAC's als besturingselementen gebruik maakt.



Prototype PCB van de equalizer

Digitale potentiometer

Dat een DAC uit een binnenkomende digitale bitstroom een analoge golfvorm creëert, is bekend. Minder bekend is echter dat een vermenigvuldigende DAC waaraan een statische digitale code wordt aangeboden, als een programmeerbare regelbare weerstand kan worden gebruikt, zodat een 'pan'-mogelijkheid voor twee analoge signalen ontstaat.

Figuur 2 laat de configuraties zien van zowel 'current-mode' als 'voltage-mode' DAC's gebaseerd op het R-2R ladderprincipe. Het meest maakt men gebruik van de 'current-mode'versies, waarbij, afhankelijk van stand van de schakelaars, binair gewogen stromen worden gestuurd en gesommeerd. Dergelijke DAC's zijn goed bruikbaar in combinatie met stroomgestuurde operationele versterkers. Met een dergelijke DAC in de equalizer werkt een configuratie waarin de verzwakking/versterking gerealiseerd wordt door de versterking in de afzonderlijke filters te variëren, het best.

Het andere DAC-type wordt aangeduid met voltage-mode, omdat het uitgangssignaal een variërende spanning is (over een constante impedantie gelijk aan de ladderweerstand). Uitgaande van een standaard potentiometer als een 'panning'regelaar (met aansluitingen V_a, V_o en V_b en met respectievelijk R_1 en R_2 als weerstanden tussen V_a en V_o, en tussen V_o en V_b) kunnen we door superpositie afleiden:

$$V_o = V_a \frac{R_2}{R_1+R_2} + V_b \frac{R_2}{R_1+R_2} \qquad (1)$$

Als de potentiometer geheel naar links staat, dan geldt $R_1=0$, en $V_o=V_a$. In de stand geheel naar rechts geldt: $R_2=0$ en $V_o=V_b$. Voor standen tussen deze twee uitersten geldt een som van de variabelen volgens (1) en hebben

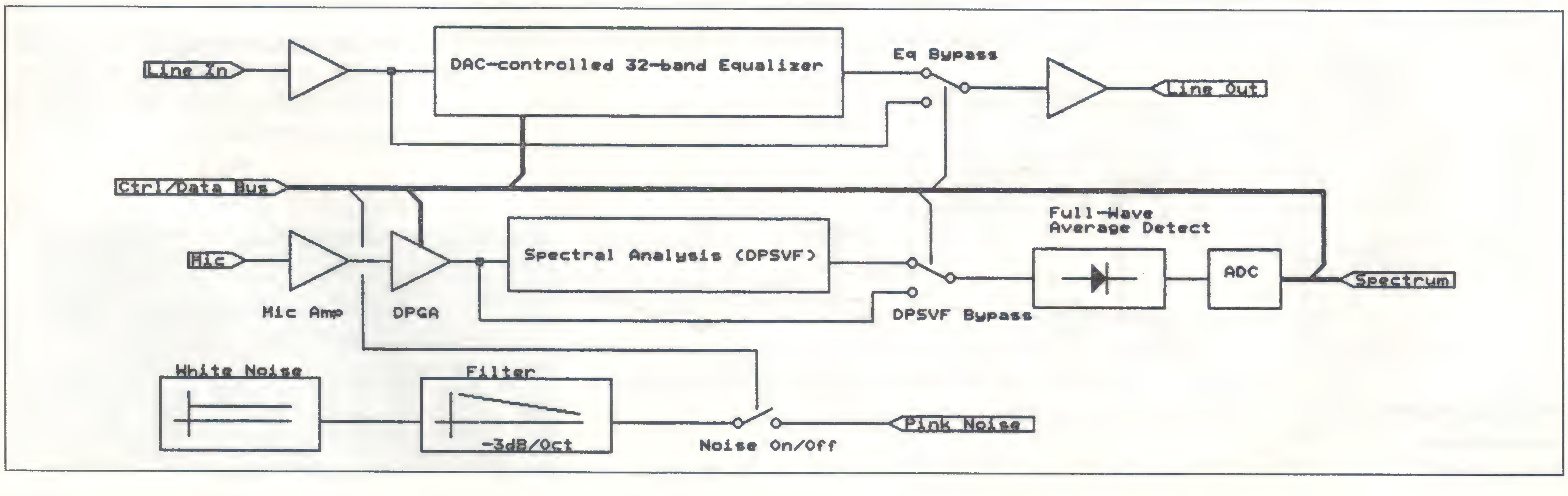


Fig. 1.
Blokdiagram audio-equalizer.

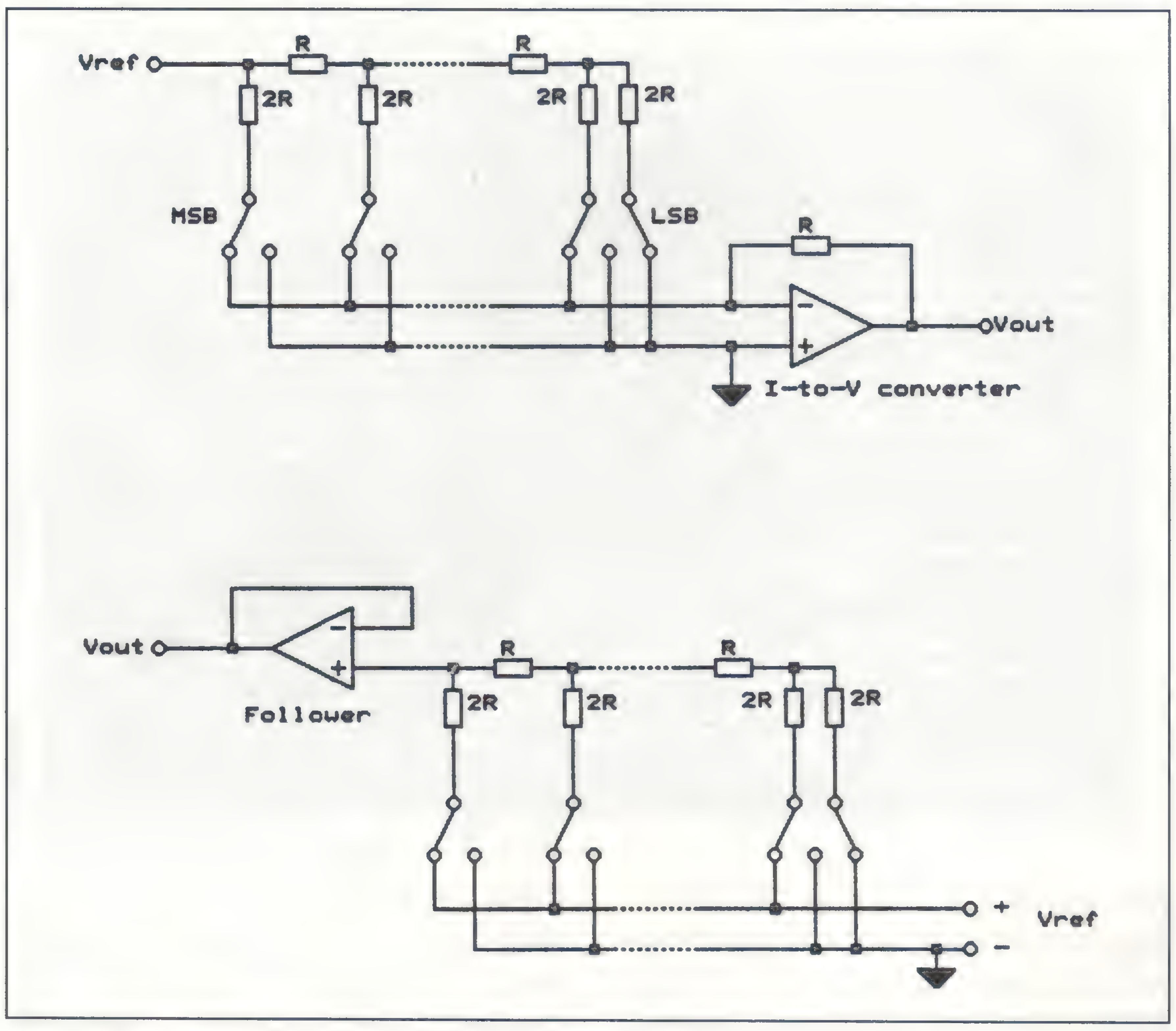


Fig. 2.
Current mode (boven) en voltage mode DAC (onder).

we dus met een panning actie te maken. Een voltage-mode DAC kan deze panning-actie precies nabootsen. Als V_a aan de V_{ref} wordt aangeboden en V_b aan de A_{GND} van de DAC, dan geldt:

$$V_o = D.(V_1 - V_2) + V_2 \qquad (2)$$

waarin D de fractionele digitale code is gegeven door CODE/256 voor een 8-bit DAC. Bij een binaire waarde van 00000000 geldt dat $V_o=V_2$ en bij een binaire code van 11111111 geldt $V_o=V_1$ met een heel kleine afwijking omdat D nu eenmaal nooit precies een eenheid zal zijn. Alles draait om deze eigenschap van de voltage-mode DAC in deze equalizertoepassing. Omdat er sprake is van een spanningsuitgang in plaats van een stroomuitgang, hoeft deze DAC niet op een virtuele aarde te worden aangesloten, zodat hij kan worden ingezet in een equalizertopologie die gebaseerd is op versterkingsvariatie in een 'overall' terugkoppellus.

Topologie

De voor deze applicatie gekozen equalizertopologie is weergegeven in figuur 3; dit parallelle type kent veel voordelen als men DAC's gebruikt als potentiometers:

1. De frequentiebanden worden gerealiseerd met vast ingestelde banddoorlaatfilters, met een 'cut/boost'-mogelijkheid in de terugkoppel somversterker. Als de versterking binnen het doorlaatfilter zelf zou moeten worden geregeld, dan zouden met een eenvoudig filterontwerp de kwaliteitsfactor en de resonantiefrequentie eveneens worden beïnvloed, hetgeen niet gewenst is. Een eenvoudig actief filter geeft hier hele goede resultaten.
2. Er zijn twee hoofd-knooppunten in deze circuittopologie: een input-knooppunt (E_{in}) en een terugkoppelknoopunt (E_{out}), die gemeenschappelijk zijn uitgevoerd bij alle DAC's. Als men DAC's gebruikt in plaats van potentiometers, wordt de input aan de V_{ref} geknoopt en de terugkoppellus aan de A_{GND}. Het feit dat alle DAC's deze knooppunten gemeenschappelijk hebben, maakt het mogelijk de AD7226 quad 8-bit voltage-mode DAC van Analog Devices te gebruiken, die gemeenschappelijke V_{ref} en A_{GND} voor alle de DAC's op de chip heeft. Hierdoor heeft men maar een relatief klein oppervlak nodig voor de schakelingen.
3. De uitgangen van de filters worden gesommeerd ten opzichte van een virtuele aarde, waardoor de signalen effectief zijn afgeschermd voor invloeden van de aangrenzende bandfilters. Bovendien zorgen de uitgangsversterkers op de AD7226 DAC's voor een goede scheiding tussen de filters en het besturingssysteem - de potentiometers worden gebufferd zodat bij meting aan de uitgang hun weerstand niet wordt gezien. Dit ondersteunt de minimalisatie van de beïnvloeding door aangrenzende bandfilters in het besturingsdeel.
4. In deze configuratie sturen de DAC's hun output direct in de smalleband-banddoorlaatfilters. Een algemeen probleem met DAC's is dat digitale 'feedthrough glitches' heel vaak op de analoge uitgang verschijnen op het moment dat de digitale stuurcode verandert. Dit heeft hier echter geen gevolgen, omdat de hoogfrequente glitches door het banddoorlaatfilter worden weggefilterd.

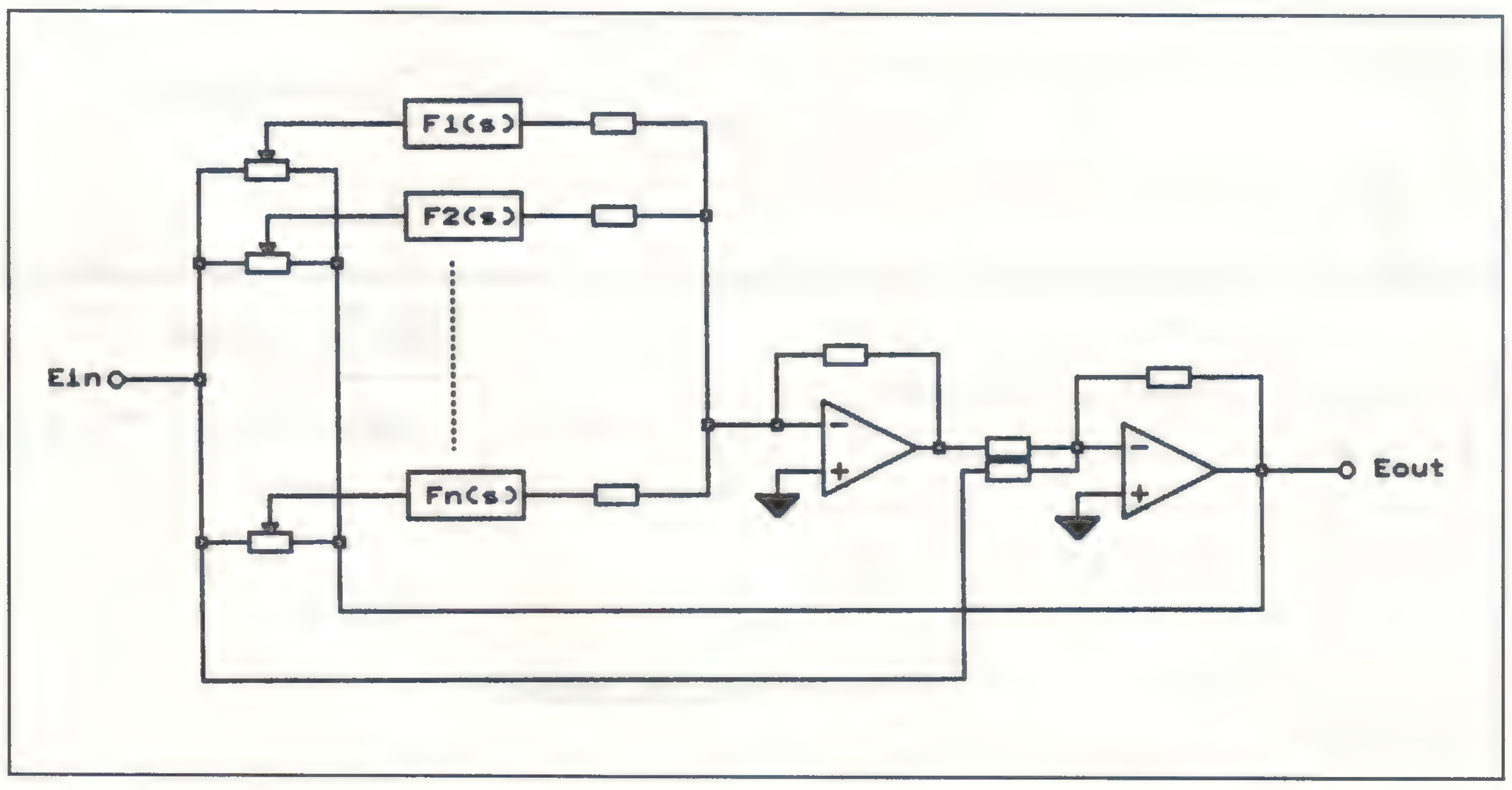


Fig. 3.
Parallelle equalizertopologie met teruggekoppelde sommeerversterkers.

De gekozen equalizertopologie vereist het gebruik van banddoorlaatfilters met de volgende overdrachtsfunctie

$$F(s) = -\frac{\frac{\omega_o}{Q_o}s}{s^2 + \frac{\omega_o}{Q_o}s + \omega_o^2} \qquad (3)$$

waarin ω_o de hoekfrequentie is, Q_o de kwaliteitsfactor en s de Laplace-operator $j\omega$. De equalizer voorziet in 32 banden met resonantiefrequenties ($\omega_o/2\pi$) op de volgende waarden:

16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1.25k, 1.6k, 2k, 2.5k, 3.15k, 4k, 5k, 6.3k, 8k, 10k, 12.5k, 16k en 20kHz.

De kwaliteitsfactor Q van een banddoorlaatfilter bedraagt:

$$Q = \frac{\sqrt{\omega_1 \omega_2}}{\omega_2 - \omega_1} \qquad (4)$$

waarin ω_1 en ω_2 de -3dB-punten zijn ter weerszijde van de resonantiepiek bij ω_0. Voor een dergelijk derde-octaaf ontwerp, zou Q ongeveer gelijk moeten zijn aan 4,32. In de door ons gekozen equalizerconfiguratie is de totaal haalbare 'cut/boost' een functie van de verhouding tussen de terugkoppel- en sommeerweerstanden in de operationele sommeerversterker in de filteruitgangen zodat de filters zelf een versterkingsfactor 1 hebben. Nu hebben we een set van 32 banddoorlaatfilters nodig, met elk een versterking van 1x en een Q-factor van 4,3 en met frequentiewaarden voor f_0 als in het voorafgaande genoemd. De overlapping die de filters tussen de banden veroorzaken, bepalen hoe vlak de responsie verloopt als alle besturings DAC's met code 127 ('no boost/no cut') worden geladen. Hoewel de filters dankzij het virtuele sommeerpunt en de buffering met behulp van spanningsvolgers van de DAC-uitgangen, goed van elkaar gescheiden zijn, blijft het wenselijk dat er een onderling goed op elkaar afgestemde band-overlap bestaat.
Figuur 4 laat een tweede order actief banddoorlaatfilter zien dat zich goed leent voor toepassingen met Q-waarden kleiner dan 10. De karakteristieken kunnen als volgt worden weergegeven:

$$F_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\left[\frac{1}{R_3 C_1 C_2}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\right]} \qquad (5)$$

$$Q = \frac{\sqrt{R_3\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)}}{\sqrt{\frac{C_2}{C_1}}+\sqrt{\frac{C_1}{C_2}}} \qquad (6)$$

$$A_o = \frac{R_3 C_2}{R_1(C_1+C_2)} \qquad (7)$$

Omdat er 5 variabelen (R_1, R_2, R_3, C_1, C_2) zijn en maar 3 vergelijkingen, bestaat er dus een oneindig aantal mogelijke oplossingen.

Gebruikelijke ontwerpregels gaan dan altijd uit van $C_1=C_2=C$ (met een willekeurige praktische waarde) waarmee het aantal variabelen al is teruggebracht tot 4. Vervolgens kunnen door invulling van de gewenste waarden voor f_0, Q en A_0 in de formules (5-7) de waarden voor R_1, R_2 en R_3 worden berekend:

$$R1 = \frac{Q}{\omega_o C A_o} \qquad (8)$$

$$R2 = \frac{Q}{\omega_o C\,(2Q^2 - A_o)} \qquad (9)$$

$$R3 = \frac{2Q}{\omega_o C} \qquad (10)$$

waarbij geldt: $\omega_0=2\pi f_0$
Elke andere startwaarde die men voor C kiest resulteert in andere waarden voor R bij gelijkblijvende filtereigenschappen. Deze berekende theoretische waarden voor R verschillen natuurlijk van die van commercieel beschikbare waarden. Zo is bijvoorbeeld een weerstand van 1417,56 ohm niet zo te koop. Voert men de dichtst bij gelegen praktische weerstandswaarden in in de formules (5-7), dan volgen hieruit de praktische waarden voor f_0, Q en A_0.
Om de ontwerper veel rekenwerk uit handen te nemen is het Pascal-programma OPTMIZ geschreven dat het benaderen van commerciële componentwaarden voor zijn rekening neemt.

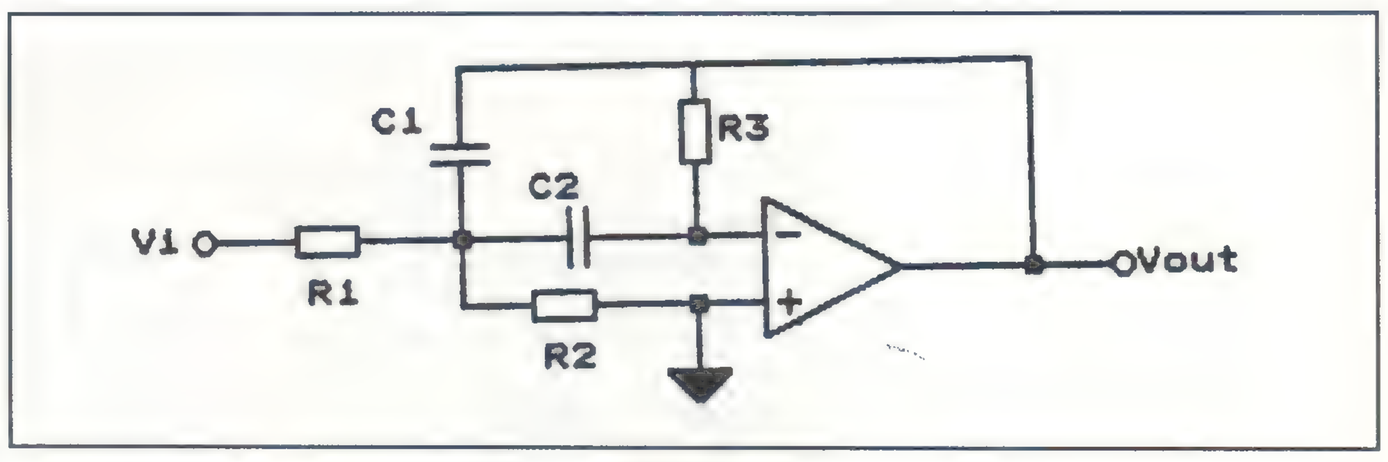


Fig. 4.
Actief banddoorlaatfilter zonder zelfinductie.

Het programma maakt gebruik van tabellen van commercieel beschikbare waarden van polystyrene condensatoren en metaalfilmweerstanden, hoewel ook andere reeksen mogelijk zijn. Het programma kent ook de karakteristieken van de operationele leversterkers die als actieve componenten in het filter functioneren, evenals de diverse temperatuurcoëfficiënten. Het programma levert een lijst met componentwaarden die praktische filterparameters realiseren die zo dicht als maar enigszins mogelijk is, liggen in de buurt van de gewenste parameterwaarden, gebaseerd op werkelijke componentwaarden en rekeninghoudend met toleranties, temperatuur en veroudering. Het aller belangrijkste is dat de overlap van aangrenzende filters wordt geoptimaliseerd.
Om equalizerontwerp te testen nog voordat het daadwerkelijk gebouwd is, heeft men het met het SPICE circuitanalyse programma gesimuleerd. Het OPTMIZ-programma creëert automatisch een outputfile met het hele equalizerschema in een formaat dat door SPICE kan worden verwerkt. Omdat een frequentieres-

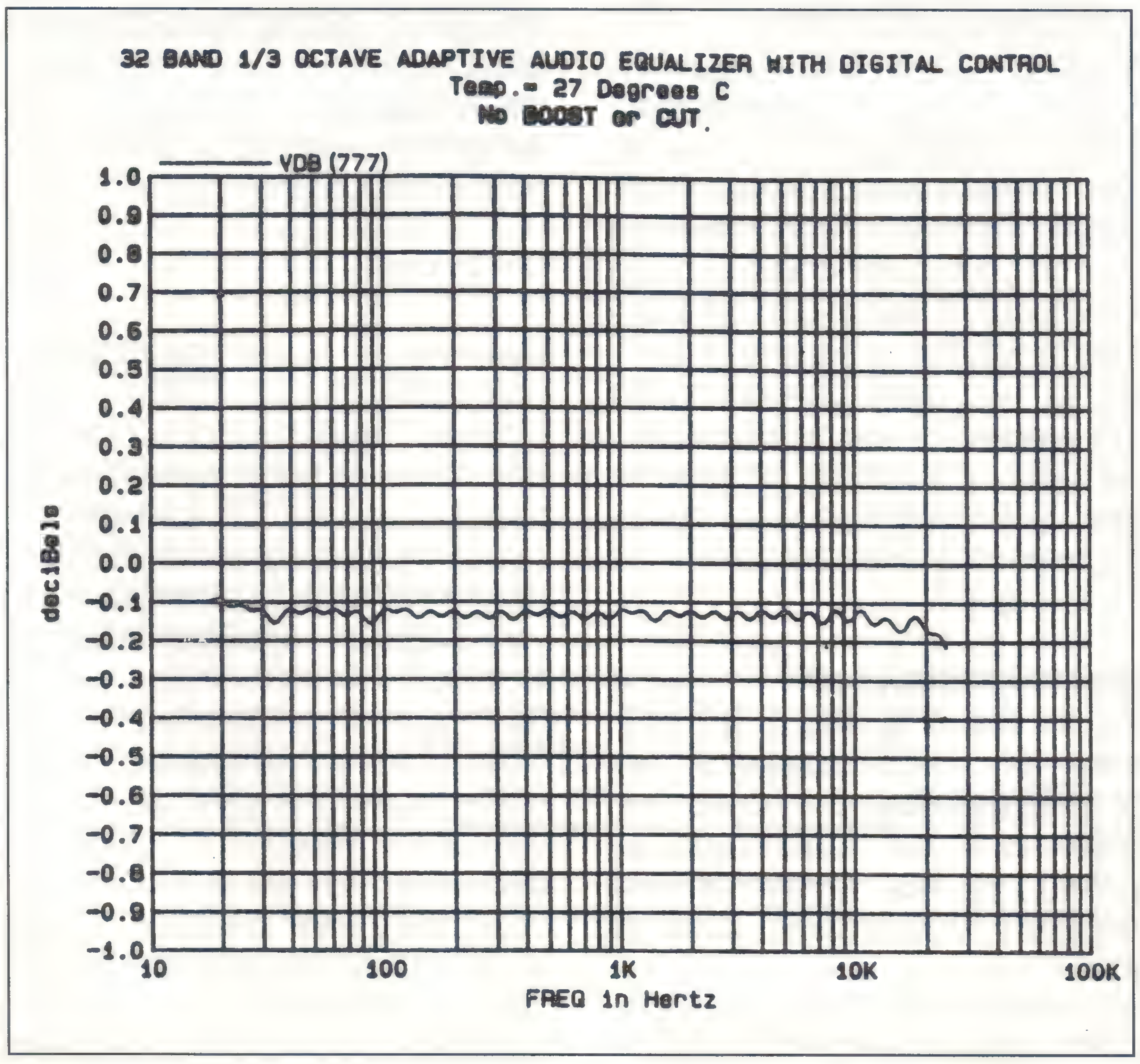


Fig. 5.
SPICE-simulatie van een vlak verlopende responsie ('no-boost-no-cut').

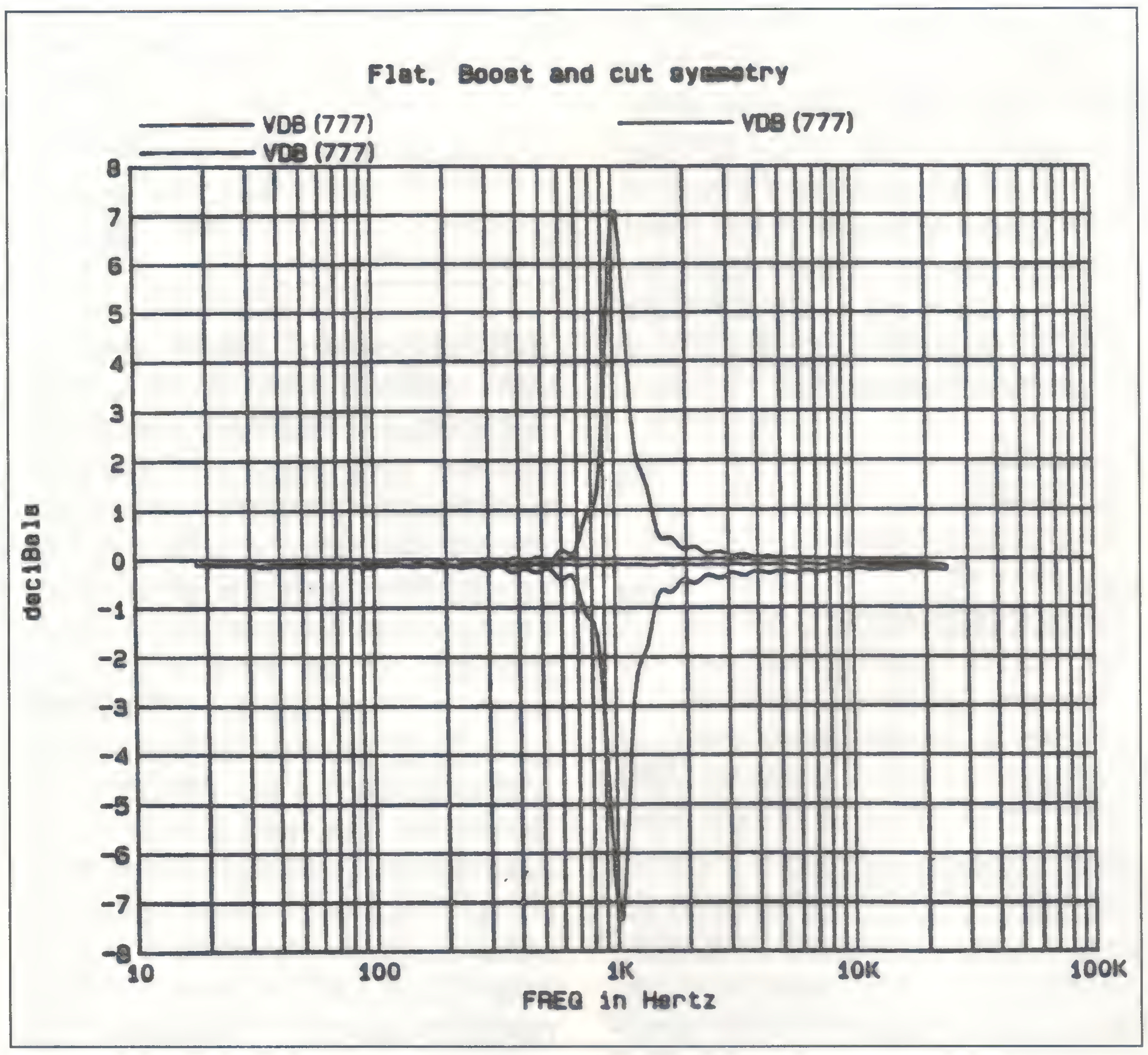


Fig. 6.
Symmetrie van een 'cut-and-boost'-karakteristiek bij 1 kHz.

ponsieanalyse al genoeg was om te kunnen bepalen of de onderlinge bandoverlap aan de eisen voldeed, was het mogelijk de DAC's voor te stellen als twee in seriegeschakelde 5k5 weerstanden met een centrale aftakking, gebufferd door een spanningsvolger. Dit vervangingsschema zal niet de ware vervorming of ruisprestaties weergeven, maar dat is ook niet nodig, want van de AD7226 DAC zijn deze parameters al goed gedocumenteerd: vervorming inclusief de opamp bedraagt 90dB en de uitgangsspanningsruisdichtheid $70nV/Hz^{1/2}$. Alle andere componenten werden zo gedetailleerd mogelijk gesimuleerd. Van de diverse uitgevoerde analyses zijn er twee grafisch weergegeven in de figuren 5 en 6. Het vlakke verloop van figuur 5 illustreert de kwaliteiten van het programma OPTMIZ in het overlappend maken van aangrenzende equalizerbanden. Figuur 6 laat de symmetrie zien van de versterkings- en de verzwakkingskarakteristieken bij 1 kHz.

Spectrumanalyzer

Tot nu toe is er alleen het ontwerp van de kale equalizer aan de orde geweest. Om echter het instrument zelf kalibrerend te maken, is het gecombineerd met een meetsysteem zoals in figuur 1.
Het eerste blok stelt een standaard gebalanceerde microfooningang met een versterking van A_v=53dB voor. Deze wordt gevolgd door een digitaal programmeerbare versterker (een DPGA). De programmeerbare versterking wordt gerealiseerd door de twee weerstanden in de standaard inverterende versterkerconfiguratie te vervangen door de twee helften van een AD7528 dual 8bit current mode DAC. (DAC_a vervangt de ingangsweerstand en DAC_b de terugkoppelweerstand. Omdat de ladderweerstanden van de twee DAC's onderling minder dan 1% verschillen, is slechts de codeafhankelijke verhouding van hun weerstandswaarden belangrijk. De versterking van dit DPGA-circuitdeel wordt gegeven door:

$$G = 20 \text{ Log}10 \frac{N_a}{N_b} \qquad (11)$$

waarin N_a en N_b de digitale codes voorstellen die aan DAC's a en b worden aangeboden. Door de DAC-codes te beperken tot waarden tussen 5 en 255 (om de offset te minimaliseren) wordt een versterkings/verzwakkingsbereik van -34dB tot +34dB gerealiseerd in stappen van 0,156 dB.
De frequentieresponsie-analyzer filtert van de ontvangen pink noise componenten die overeenkomen met de 32 frequentiebanden van de equalizer uit. Deze gefilterde spectrale componenten worden achtereenvolgens geanalyseerd om de frequentieresponsiefout te bepalen die dan automatisch wordt gecorrigeerd. Het hiervoor ontworpen filter (figuur 7) is gebaseerd op een tweede-order 'state variable'-type dat speciaal geschikt is voor het gebruik van vermenigvuldiging DAC's in 'current switching mode'. De formules voor f_o, Q en A_o luiden als volgt (vereenvoudigd door de aannamen C_1=C_2, R_3=R_4 en R_7=R_8):

$$F_o = \frac{1}{2\pi R_3 C_1} \qquad (12)$$

$$Q = \frac{R_6\, R_2}{R_8\, R_5} \qquad (13)$$

$$A_{o\ \text{Bandpass}} = -\frac{R_2}{R_1} \qquad (14)$$

Door vier DAC's in te zetten kan men alle drie de filterparameters laten variëren; voor deze specifieke toepassing is het voldoende alleen f_o programmeerbaar te houden en A_o=1 en Q=4,3 vast te kiezen. Om de derde-octaaf bandbreedte van 16 Hz tot 20 kHz programmeerbaar te maken, is een dynamisch bereik van 62 dB noodzakelijk, hetgeen overeenkomt met een resolutie van 11 bits. Daarom zijn R_3 en R_4 vervangen door twee halve AD7549 dual 12-bit DAC's. De zeer kleine onderlinge afwijkingen tussen dit DAC-paar zorgen ervoor dat als beide DAC's met dezelfde code worden geladen, de aanname R_3=R_4 ook echt geldt. De gelijkrichter produceert een DC-niveau voor de ADC, dat representatief is voor het ruisvermogen binnen de bandbreedte van het programmeerbare filter. Hij functioneert tevens als een effectieve sample-and-hold voor de ADC. Het kan echter geen kwaad de ADC meer dan één keer uit te lezen en de resultaten te middelen om het effect van ruis te minimaliseren.

Software

Het instrument moet in staat zijn de werking op een of andere manier grafisch weer te geven, de posities van de gangbare schuifpotentiometers op conventionele equalizers na te bootsen, en zo de instelling van de responsie aan te geven. Omdat hij ook met de hand kan worden geprogrammeerd, is het wenselijk om 'gevoel' te hebben voor de daadwerkelijke besturingshandelingen van de DAC's. Om dit instru-

ment tot een commercieel produkt te maken, zal een grafische LCD-module moeten worden toegevoegd, een toetsenbord voor speciale besturingsdoeleinden en een toepassingsgerichte microprocessor en tevens zal het in een standaard 19-inch rekbehuizing moeten passen. De bediening van het prototype en het verrichten van alle grafische handelingen gebeurde echter met een BBC-microcomputer, waarbij de software was geschreven in BASIC. Hieronder volgt een beschrijving van de werking van zelfinregelende software.

(1) De rose ruis wordt geactiveerd als 'vlakke' referentie (flat reference).

(2) De DPGA corrigeert de versterking van de microfooninput om zo de amplitude van de opgevangen rose ruis op het voor spectraalanalyse gewenste niveau te brengen. Dit is de middenweg die wordt gekozen voor de referentiespanning van ADC, dat wil zeggen de versterking wordt ingeregeld voor 10000000 van de ADC.

(3) Het DPSVF (digitally programmable state variable filter) wordt ingesteld om de spectraalband van de rose ruis eruit te filteren die overeenkomt met de eerste f_0 van de equalizer, in dit geval 16 Hz.

(4) De 'vertraging' door een filter wordt aangegeven door QT, waarin Q de kwaliteitsfactor is en T de periode van één cyclus van de resonantiefrequentie. Er is dus een passende vertraging in de software om de inschakelverschijnselen aan de uitgang van het filter uit te sluiten. Tevens dient deze vertraging voor de tijdconstante van de gelijkrichter die het gemiddelde berekent.

(5) De gemiddelde ADC-waarde wordt twintig maal berekend. Dit gebeurt vanwege de effecten van lichte achtergrondruis, en omdat het in fase brengen van de rose ruis het onmogelijk maakt een rotsvaste gelijkstroomgemiddelde te produceren.

(6) De output van de ADC wordt vergeleken met het referentiepunt 10000000, zodat de 'afwijking' binnen de band kan worden vastgesteld. De microprocessor stuurt dan het bijbehorende besturingswoord naar de DAC van de equalizer om de juiste hoeveelheid versterking of verzwakking binnen deze band toe te passen en zo de afwijking teniet te doen.

(7) Deze procedure wordt voor elk van de 32 banden herhaald, tot de volledige bandbreedte van de audiofrequentie geëgaliseerd is.

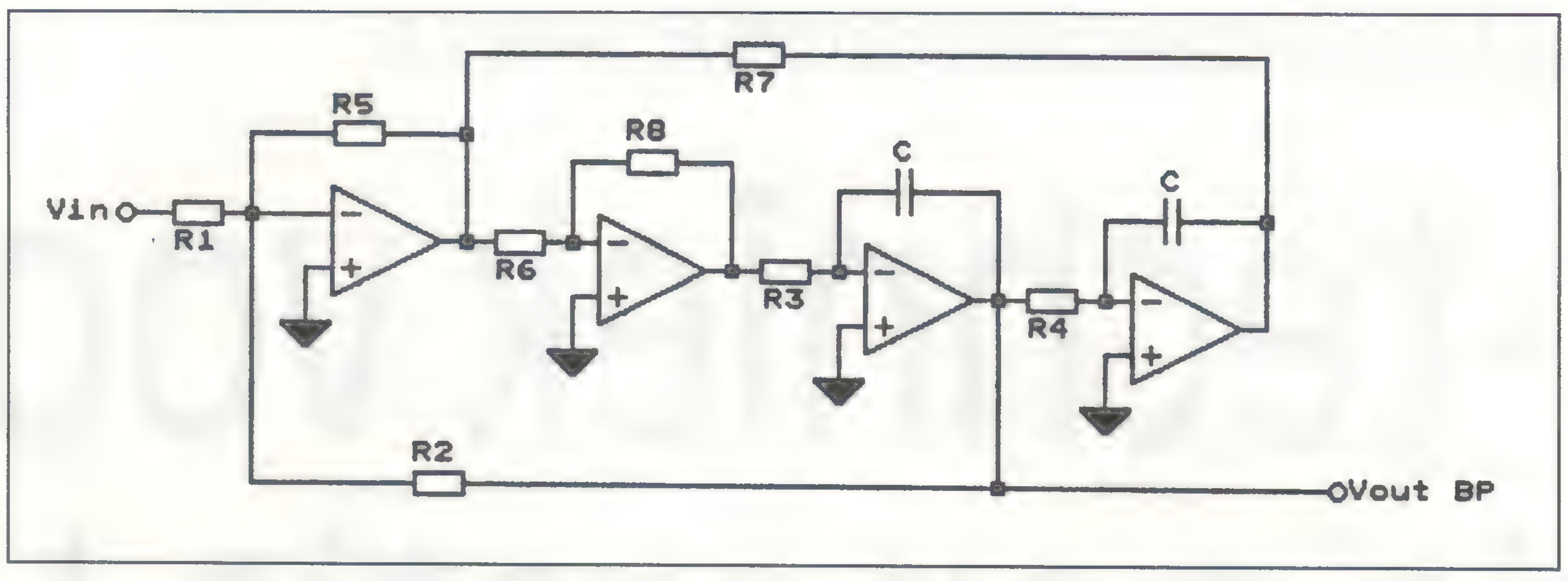


Fig. 7.
Digitaal programmeerbaar 'state variable' filter (DPSVF).

Tijdens het testen van deze equalizer werd een tweede derde-octaaf equalizer gebruikt om de rose ruis direct binnen de lus in te kleuren, hetgeen de gelegenheid bood om te bepalen welke mogelijkheden het apparaat heeft om de bekende afwijkingen van de vlakheden te corrigeren. Dit gebeurde met opmerkelijke nauwkeurigheid. De voordelen van de derde-octaaf bandbreedte werden duidelijk toen de wens ontstond om een kleine oneffenheid in een responsie te corrigeren zonder teveel en op een te grote bandbreedte te corrigeren. Het gebrek aan interactie van betekenis met de aanliggende band maakte een tweede correctieslag op de 32 banden overbodig.

De software biedt tevens de mogelijkheid het instrument met de hand te programmeren, via een 'cursor' op een band naar keuze en via knoppen voor versterking en verzwakking. Een kleurendisplay op de monitor van de computer geeft precies aan wat er gebeurt. Ook kan de responsie van de microfoon aan de equalizer worden 'meegedeeld', zodat het effect daarvan in de metingen wordt verdisconteerd. De handmatige instellingen van de responsie kunnen direct worden opgeslagen als absolute waarden, of als 'offsets' van de geldende responsie die de kleuring wegneemt. Als het apparaat vervolgens wordt gebruikt in een andere ruimte, zal toevoeging van de opgeslagen offsets aan de afwijkende instelling die nodig is om het geluid af te vlakken, dezelfde zuivere benodigde responsie voortbrengen, zonder dat het nodig is met de hand het programma te veranderen. Ook is de responsie, als men dat wenst, omkeerbaar. Bij luistertests vertoonde het gebruik van DAC's als besturing geen hoorbare vermindering ten opzichte van het gebruik van gangbare potentiometers.

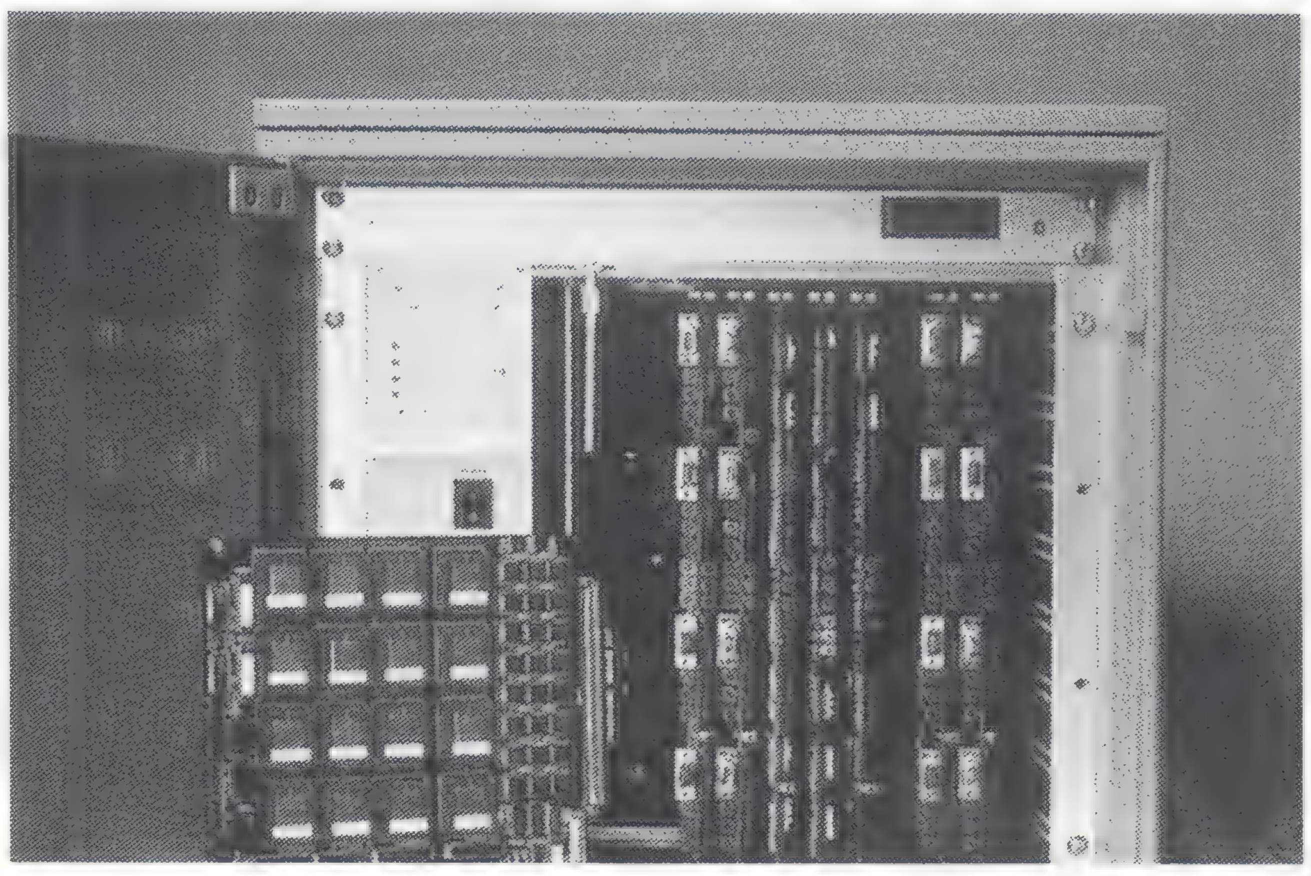
Samenvatting

We hebben hier een nieuwe oplossing besproken voor het toepassen van egalisatie bij het wegnemen van de frequentieresponsiekleuring van een geluidsweergavesysteem. De bedoeling van het systeem is om een precieze en automatische digitale besturing van een 'gewone' equalizer te bieden, met minimale gevolgen voor de geluidskwaliteit. Het signaalpad blijft volledig analoog en de DAC wordt uitsluitend gebruikt als digitaal gestuurde vervanger van normale weerstanden. Een belangrijk toevallig voordeel dat ontstaat bij het gebruik van DAC's met buffering van de output is een aanzienlijke vermindering van interactie met de aanliggende banden, en de gekozen equalizertopologie dient ook om de problemen van digitale doorvoer naar de DAC-uitgangen weg te nemen. Met andere woorden, met de bouw van een slim systeem hebben we de voordelen gebruikt van zowel analoge als digitale technieken en daarmee zonder compromis een optimale hybride-oplossing gevonden.

Bescherming bestaande investeringen staat centraal

ATM-techniek voor derde generatie LAN's

Met de populariteit van het client/server-model en windows-georiënteerde gebruikersinterfaces groeit de druk op de huidige, "shared medium" Local Area Netwerken. Zelfs 16Mbit/s "Token Ring"- en 100Mbit/s FDDI-netwerken dreigen onder deze druk te bezwijken. In de toekomst zullen multimedia-toepassingen en digitaal video-to-the-desktop de situatie verder doen verslechteren. De oplossing is een geheel nieuw LAN-concept op basis van flexibele ATM-schakelmatrices, zoals door SynOptics wordt ontwikkeld. Dit concept voor een "derde generatie"-LAN zal begin 1993 als standaardisatievoorstel worden gedeponeerd.



"Hub"-uitvoering van het SynOptics ATM-switching-systeem (foto SynOptics).

ING. W.A.M. SNIJDERS
Vakredacteur
Telecommunicatie/Telematica

Uitgangspunt van het nieuwe, op ATM-schakelmatrices gebaseerde LAN-concept is bescherming van bestaande investeringen in bekabeling en software. ATM is ook de CCITT-transportmethode voor het toekomstige breedband-ISDN. Een naadloze integratie van lokale en publieke ("wide area") netwerken komt hiermee binnen bereik.

De wat oudere jongeren onder ons weten zich nog te herinneren dat men vroeger zijn computerprogramma in de vorm van een bak postkaarten naar het heilige der heiligen (de geklimatiseerde computerruimte) bracht, dit nederig aan één van de "operators" (meestal van het vrouwelijke geslacht) afleverde en na enige uren of dagen de kaartenbak plus (hopelijk) een uitdraai van de resultaten uit een postbox ophaalde. De wachttijd was afhankelijk van de geschatte rekentijd voor het programma, op basis waarvan men in een A-, B-, C- of D-stroom werd ingedeeld. Sjoemelen was er niet bij, want de uitvoering werd na een zekere tijd hardhandig afgebroken wat de zondaar op een ernstige schrobbering kwam te staan. Aanpappen met een van de operators was de enige manier om een voorkeursbehandeling te bemachtigen.

Eerste generatie LAN's

Eind jaren zestig waren zowel de processor- als de geheugentechniek zover voortgeschreden dat men "mainframes" in tijdmultiplex ging gebruiken. Er ontstonden rudimentaire datacommunicatienetwerken om terminals met de computer te verbinden. Iedere terminal had zijn eigen lijntje met de centrale computer in het sterpunt van het netwerk. De verbindingen waren kort en de bitsnelheden laag (enkele kbit/s). Later namen minicomputers de taak van de mainframes over, maar de netwerkstructuur onderging tot het

midden van de jaren tachtig nauwelijks verandering. Dit was het tijdperk van de publieke RS232, RS422- en de bedrijfsgebonden IBM-standaards. Met enige fantasie kunnen we dit de eerste van drie generaties Local Area Netwerken (LAN's) noemen (figuur 1).

Tweede generatie LAN's

De ontwikkeling van Ethernet (10 Mbit/s) door Intel/Xerox/DEC markeert begin jaren tachtig de opkomst van een tweede generatie LAN's. Op Ethernet volgden het 4Mbit/s "Token Ring"-netwerk van IBM, Starlan, Philan, Fibernet, C&C-Net en vele andere LAN-exoten. Van deze LAN's van het eerste uur zijn ***de facto*** alleen Ethernet en Token Ring overgebleven. Om te voldoen aan de groeiende vraag naar hogere snelheden ontstond een 16Mbit/s-versie van Token Ring, later gevolgd door FDDI ("Fibre Distributed Data Interface") met een bitsnelheid van 100 Mbit/s.
Kenmerkend voor deze tweede generatie LAN's is dat ze zonder uitzondering het transmissiemedium als "gemeenschappelijk medium" gebruiken. Terminals, servers, minicomputers en communicatiepoorten met andere netwerken delen met behulp van het een of andere arbitragemechanisme het gebruik van het transmissiemedium waarbij de bitsnelheid van het LAN de bovengrens aan de totale netwerkcapaciteit vormt. Neemt in een "shared medium"-LAN het aantal poorten toe dan is per poort gemiddeld minder transmissiecapaciteit beschikbaar (figuur 2).
"Shared media"-systemen zijn een exponent van een tijd toen applicaties niet al te veel verkeer genereerden, bekabeling duur was en de prijs van terminals zo hoog dat de aanvankelijk gepeperde kostprijs van de elektronica voor de LAN-aansluiting hierbij in het niet viel. Bij moderne vormen van bedrijfscommunicatie wordt aan elk van deze aannames getornd.
Zetten we de capaciteit van LAN's uit als functie van de tijd (figuur 3a) dan valt op dat de gemiddelde progressie in capaciteit "grosso modo" gelijkenis vertoont met de prestatieverbetering van (Intel-) microprocessoren in hetzelfde tijdsgewricht (figuur 3b). Deze overeenkomst is natuurlijk niet zo verwonderlijk omdat met de evolutie van processoren ook de prestaties van de "access"-elektronica tot het LAN verbeterden en - niet in de laatste plaats - de behoefte aan een snelle gegevensuitwisseling. Tot het eind van de jaren tachtig voldeed het "shared medium"-concept van de tweede generatie LAN's uitstekend. Met de komst van krachtige werkstations met hun aanmerkelijk steilere prestatiegroeilijn en de opkomst van het client/ server-model kwam hierin verandering.

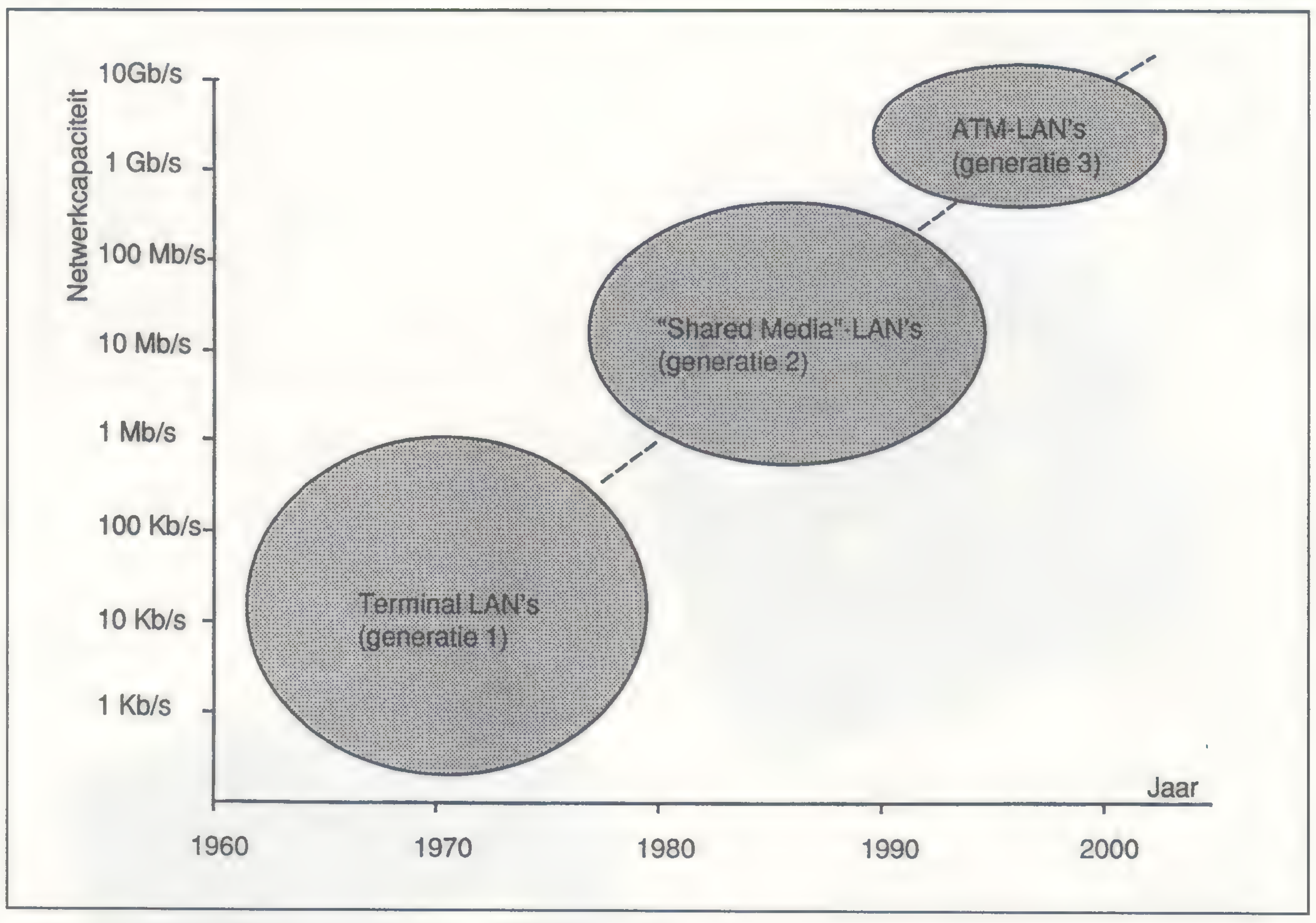


Fig. 1.
In de evolutie van de LAN-technologie kunnen (tot op heden) drie generaties netwerken worden onderscheiden.

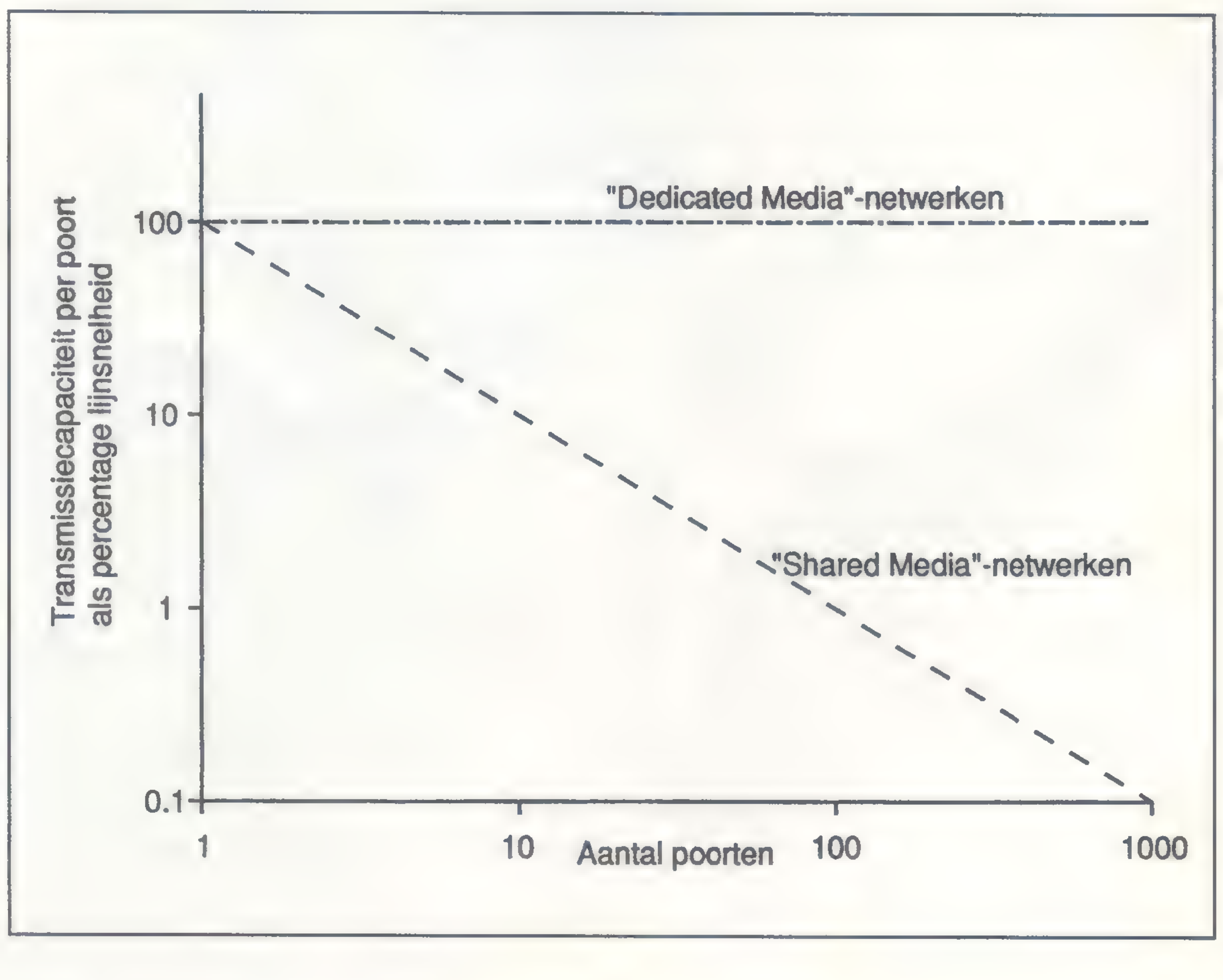
De Client/Server bottleneck

Het steeds populairder wordende client/server-model bestaat uit drie componenten namelijk:

- o werkstations, PC's en andere eindapparatuur (de "clients");
- o gedistribueerde, krachtige servers en
- o een communicatienetwerk om "-clients" met de gedistribueerde servers te verbinden.

Binnen het client/server-model worden applicatie-pakketten over verschillende machines (servers) verdeeld, waarbij men probeert de servicegraad zo hoog mogelijk op te voeren door de belasting van de verschillende servers te "tunen". Men onderscheidt in het algemeen de servers in ***compute servers*** voor het uitvoeren van reken-intensieve taken en ***application servers*** voor lichtere rekentaken en allerlei applicatieprogramma's ("spread sheets", tekstverwerking, grafische programma's, tekenpakketten, simulatieprogram-ma's enzovoort). Dit principe staat bekend onder de naam "rightsizing". In een client/server-omgeving hoeft de gebruiker niet te weten waar een bepaalde applicatie is gesitueerd. De applicaties draaien deels op de werkstations en deels op de servers, waarbij een sterke interactie tussen beide plaatsvindt. In een dergelijke opzet gebruiken de terminals en werkstations het LAN als een soort verlengstuk van de interne computerbus. De intensieve interactie, die mede wordt veroorzaakt door het steeds meer in zwang komen van "window"-georiënteerde gebruikersinterfaces, vraagt de uitwisseling van steeds grotere hoeveelheden informatie tussen servers en werkstations.
Deze nieuwe manier van werken veroorzaakt een scherpe toename van de netwerkbelasting op tweede generatie, "shared medium" LAN's. Onder hoge belasting verslechtert de reactietijd van dit soort netwerken snel. Zo is bekend dat Ethernet bij een belasting van 30-40% van de theoretische 10Mbit/s-capaciteit stabiliteitsproblemen krijgt, omdat de vele "collisions" van datapakketten extra verkeer in de vorm van retransmissies uitlokken, deze op hun beurt weer "collisions" enzovoort. Niets wekt meer agressie op bij gebruikers van window-applicaties dan een haperend en traag netwerk. De geplaagde bezetting van de helpdesks in veel bedrijven kan hierover meepraten.
In "shared media"-systemen is hiervoor maar één remedie: de bitsnelheid verhogen. Zo kan men bijvoorbeeld een 10Mbit/s-Ethernet door

Fig. 2.
In "shared media"-netwerken is de beschikbare (gemiddelde) transmissiecapaciteit per poort omgekeerd evenredig met het aantal gebruikers van het LAN.

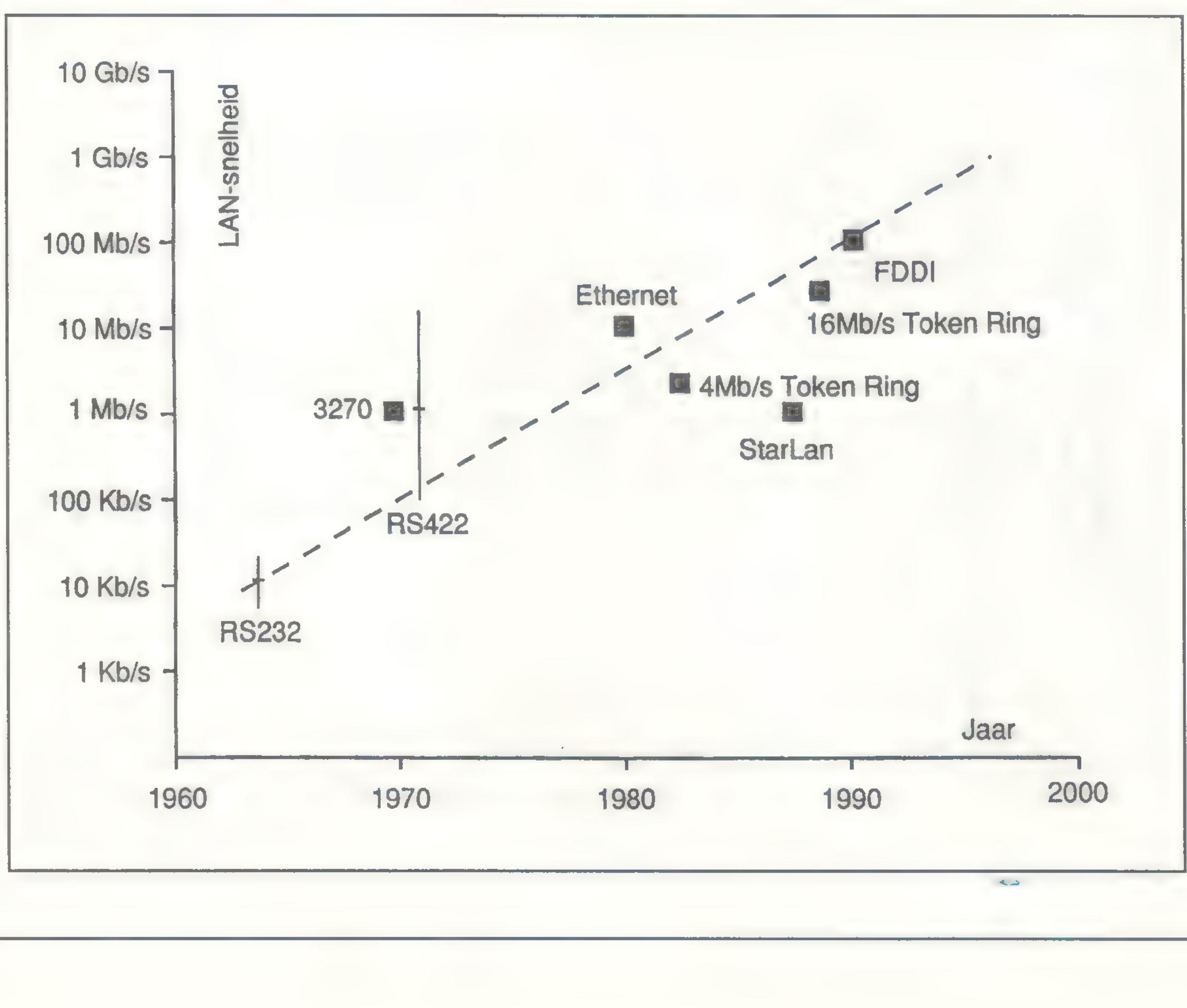




Belangrijke componenten uit de SynOptics chipset zijn de "Packet Switching Unit (PSU)" en de "Broadcast Translation Unit (BTU)" voor het schakelen van de cellen en het vervangen van de cel-headers (foto SynOptics).

een 16Mbit/s-"Token Ring" of een 100Mbit/s-FDDI vervangen. Met een dergelijke ingreep gaan echter aanzienlijke investeringen gepaard, omdat vaak de complete infrastructuur (kabels plus access-hardware en -software) moet worden vervangen. Een andere, iets minder ingrijpende oplossing is capaciteitsuitbreiding door opwaardering van bestaande LAN-standaards. Er wordt naarstig gewerkt aan een 100Mbit/s-versie van het aloude Ethernet op basis van het 10BaseT-repeatermodel. De nieuwe Ethernetstandaard voor 100Mbit/s moet in 1993/1994 gereed zijn.
Verhoging van de bitsnelheid alleen is echter onvoldoende; ook de netwerktopologie moet worden aangepast. In een "shared medium"-LAN betekent een simpele verhoging van de bitsnelheid dat de elektronica van iedere terminalpoort de geaccumuleerde (hoge) bitsnelheid moet verwerken onafhankelijk van de vraag of het station zelf veel of weinig data te versturen heeft. De communicatiehonger van servers en grafische stations vinden we dan terug in de complexiteit van iedere netwerkpoort, óók die voor een eenvoudige PC. Dit werkt prijsopdrijvend juist op een moment dat de prijzen van werkstations en PC's sterk dalen. Verhoging van de bitsnelheid op het gemeenschappelijke medium geeft tevens aanleiding tot EMC-problemen [1]. Deze zijn bijzonder moeilijk te bestrijden zonder dure afgeschermde kabels. Een rigoureuze breuk met het "shared media"-tijdperk lijkt onvermijdelijk.

Fig. 3a.
Progressie van LAN-standaards en hun transmissiecapaciteit.

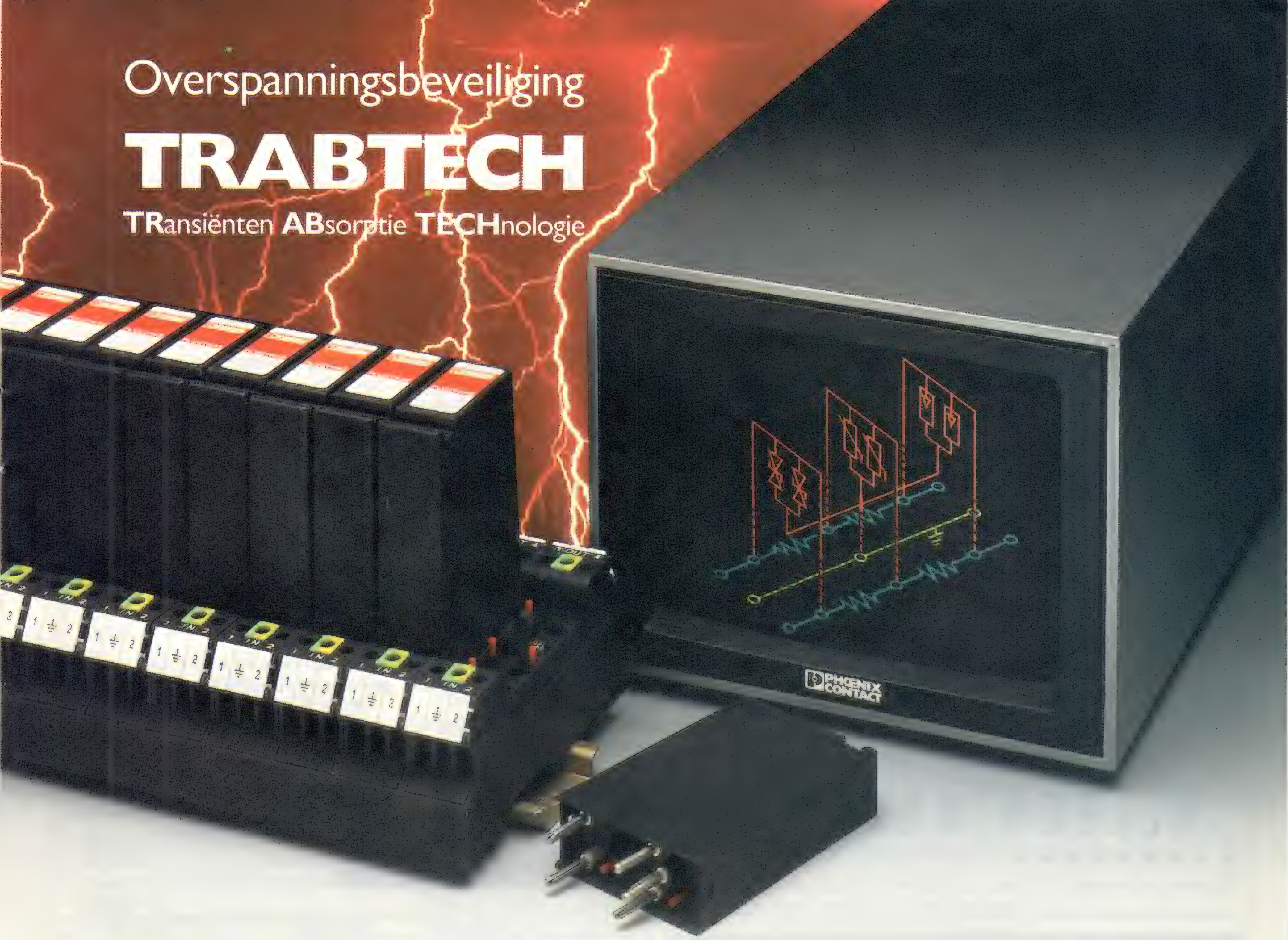


Derde generatie LAN's

Volgens SynOptics Communication Inc is de tijd rijp voor een derde generatie LAN's. Dit Amerikaanse bedrijf uit Santa Clara (jaaromzet 1992: circa 389 miljoen dollar; netto winst 42,5 miljoen dollar), dat eerder (1986) geschiedenis schreef met de introduc-

Principes ATM

ATM ("Asynchronous Transfer Mode") is een hardware-bestuurde, connectie-georiënteerde netwerktechnologie van geschakelde, virtuele kanalen die flexibel een vrijwel onbeperkt aantal verbindingen met verschillende bitsnelheden kan ondersteunen. De term ***transfer*** omvat zowel transmissie- als "switching"-aspecten, zodat ***transfer mode*** staat voor een manier om informatie door een netwerk te transporteren, te multiplexen en te schakelen. ATM geeft iedere gebruiker de beschikking over een eigen communicatiekanaal naar een netwerkknooppunt met schakelfunctionaliteit ("switches"). ATM-switches zijn onderling via een netwerk gekoppeld. De maximale snelheid van de kanalen is 155 Mbit/s, maar kan eventueel later worden opgevoerd naar 622 Mbit/s. Iedere ATM-switch biedt ruimte aan een groot aantal gebruikers en kan parallelle communicatiesessies ondersteunen. In het SynOptics concept zijn de ATM-switches modulair uitbreidbaar. Om de capaciteit van het koppelnetwerk op te voeren kunnen ATM-switches via meerdere links worden verbonden.
ATM heet asynchroon door het ontbreken van een vaste tijdsrelatie tussen de informatiebron en het netwerk; in principe kunnen deze met verschillende snelheden werken. ATM-eindstations bufferen op hun beurt de te versturen informatie en verpakken deze in pakketten van een standaardlengte: de ***ATM-cellen*** die naar de netwerkknooppunten worden gestuurd. Deze bufferen de cellen in wachtrijen tot er transmissiecapaciteit beschikbaar komt op een uitgaande verbinding naar een volgend knooppunt. De "inter"-knooppuntlinks worden dus optimaal benut. ATM-cellen hebben een lengte van 53 octetten en bestaan uit een "header" van 5 octetten en een informatieveld of "payload" van 48 octetten. De term "octet" is het telecommunicatie-equivalent van de in de computerwereld gangbare "byte". Headers transporteren netwerk-gerelateerde informatie voor het ondersteunen van de ATM-functionaliteit zelf, in het bijzonder voor het identificeren van de cellen door middel van labels (figuur 5). De payload is beschikbaar voor de gebruiker. De transmissie-efficiëntie van ATM bedraagt dus 90,6%. De cellengte van 53 octetten is een compromis tussen de behoefte van "real-time" applicaties als spraak naar kleine cellen om de vertraging door het vullen van cellen te minimaliseren en de druk van data-applicaties naar grotere cellengtes voor meer efficiënt pakketverkeer.


Overspanningsbeveiliging
TRABTECH
TRansiënten ABsorptie TECHnologie
PHOENIX CONTACT



AIR-PARTS TEKENT ERVOOR:

Het verschil tussen 'misschien' en 'zeker weten'

Emulator	**Emulator**
Linker, Loader, Librarian	**Linker, Loader, Librarian**
Assembler	**Assembler**
Compiler	**Compiler**
Debugger	**Debugger**
Workstation	**Workstation**
	Air-Parts

• • • Staat u wel op één lijn met uw ontwikkelomgeving? Air-Parts kan u veel geld en moeite besparen door u voor alle populaire 8-, 16-, 32-bit- en RISC-processoren de juiste ontwikkelomgeving te leveren, zodat ze moeiteloos op elkaar aansluiten. Van programmeertaal via debugging tot en met Software Quality Assurance tools. Zeker nu kwaliteit steeds belangrijker wordt, is een telefoontje met Air-Parts als onafhankelijk adviseur meer dan de moeite waard.

IAR SYSTEMS — Applied Microsystems Corporation — Microtec Research — Ashling

Air-Parts staat voor: hoogwaardige elektronica, een professioneel advies en prima service.

ALLEEN HET BESTE

AIR PARTS ELECTRONICS

AIR-PARTS INTERNATIONAL B.V.
Postbus 255 - 2400 AG Alphen a/d Rijn
Bezoekadres: Kalkovenweg 12
Telefoon 01720-43221 Fax 01720-20651

GRAPHTEC

WR 8000:

draagbare thermal array recorder met 8 of 16 kanalen

- bedrijfszekere werking via thermische printbalk
- 50 mV - 500 V
- annotatiemogelijkheden
- geheugen voor transiënte signalen
- besturings- en analyse-software

RECORDING IS OUR BUSINESS



Ankersmit bv

Essendonk 1A
4824 DA Breda
Tel. 076/42 28 40
Fax 076/42 28 50

Onze nieuwe Katalogus '93/'94 is vanaf heden verkrijgbaar in alle filialen!!



Display Elektronika: véél fabrikanten - één leverancier

Samengevat in een overzichtelijke Katalogus. De Katalogus wordt gratis verstrekt aan de industrie, overheid en instellingen. Stuur ons een fax als u hem nog niet heeft.

display Elektronika

Display Elektronika B.V. Postbus 9299 3506 GG Utrecht
Telefoon: 030 - 611 855 Telefax: 030 - 622 024

Filialen in Apeldoorn, Arnhem, Eindhoven, Enschede, Haarlem, Utrecht en Zwolle.

tie van het "intelligent hub" concept voor LAN's en met haar bijdragen aan de ontwikkeling van de 10BaseT-standaard voor Ethernet over telefoonbekabeling, maakte in oktober 1992 bekend een chipset te hebben ontwikkeld voor geavanceerde ATM switching-produkten ten behoeve van Local Area en Wide Area Netwerken. In december van hetzelfde jaar verklaarde SynOptics' Senior Vice President en Chief Technical Officer Ronald Schmidt in Londen tegenover de internationale pers dat SynOptics bezig was een conceptstandaard voor een "derde generatie"-LAN te definiëren, gebaseerd op ATM ("Asynchronous Transfer Mode"; zie inzet 1, 2 en 3) en ernaar streefde deze conceptstandaard in de loop van 1993 samen met onder andere Sun en Intel bij de IEEE-standaardisatiecommissie in te dienen. Karakteristiek voor dit nieuwe LAN-concept is een scheiding van de netwerkfuncties in een "backbone" bestaande uit onderling door "hoge snelheids"-links verbonden ATM-schakelknooppunten (switches) en een aanvoer- of terminalnetwerk met individuele verbindingen van de gebruikers (servers, werkstations en dergelijke) naar de ATM-netwerkknooppunten (figuur 4).

ATM is een connectie-georiënteerde communicatietechnologie die in principe een vrijwel ongelimiteerd aantal virtuele kanalen kan ondersteunen (inzet 1) en is oorspronkelijk door CCITT gedefinieerd als een set interface-standaards voor centrales in Wide Area Netwerken. Het ATM-Forum, een organisatie van netwerkgebruikers, dienstenleveranciers en fabrikanten van LAN-apparatuur heeft de ATM-standaard geaccepteerd voor gebruik in Local Area Netwerken. ATM transporteert informatie in pakketten van een standaard lengte: de ATM-cellen. ATM-cellen kunnen verschillende soorten informatie (spraak, data, tekst, video enzovoort) bevatten en verschillende bitsnelheden ondersteunen (inzet 2). ATM speelt dus optimaal in op de trend naar multimedia- en "video-to-the-desktop"-applicaties in de bedrijfsomgeving.

De functionele scheiding in een aanvoernetwerk en een "backbone"- of schakelnetwerk maakt het mogelijk de capaciteit van terminalverbindingen te individualiseren; aansluitingen voor "domme" terminals krijgen bijvoorbeeld een capaciteit van enkele tientallen Kbit/s, aansluitingen voor printers, werkstations en PC's 10 Mbit/s, servers en zware werkstations 100 Mbit/s enzovoort. Ook het type medium (denk aan de EMC-problemen) kan desgewenst hierop worden aangepast. Het ATM-schakelnetwerk verzorgt de aanpassing van de verschillende bitsnelheden, waarbij het netwerk tussen de ATM-knopen zeer intensief wordt gebruikt. ATM-links hebben momenteel een bitsnelheid van 155 Mbit/s, de STM1-snelheid in de Synchrone Digitale Hiërarchie (SDH). Deze snelheid kan in de toekomst worden opgevoerd tot 622 Mbit/s (STM4). De totale netwerkcapaciteit kan verder worden opgevoerd door parallellisme in de switches en meervoudige links tussen ATM-netwerkknooppunten.

Bescherming investeringen

In het SynOptics concept voor ATM-LAN's staat bescherming van de bestaande investeringen centraal. In veel gevallen kan men gebruik maken van de bestaande bekabeling voor andere typen netwerken. Voor de "horizontale" bekabeling van de kabelverdelers naar de individuele gebruikers komt afgeschermd "twisted pair" Type1 in aanmerking. Hierop is over korte afstanden een transmissiesnelheid van 155 Mbit/s haalbaar. In het "backbone"-netwerk gebruikt het ATM-concept dezelfde multi-mode glasvezels (62,5/125 μm of 50/125 μm) als bestaande "Token Ring"- en FDDI-backbones. Organisaties die hun LAN-bekabeling aanleggen (of aangelegd hebben) volgens gestructureerde bekabelingsconcepten kunnen in de toekomst probleemloos overstappen op ATM-LAN's van de derde generatie zonder hun kabelinfrastructuur te hoeven aanpassen.

Naast investeringen in bekabeling beschermt het ATM-concept ook de investeringen in software. ATM zit als

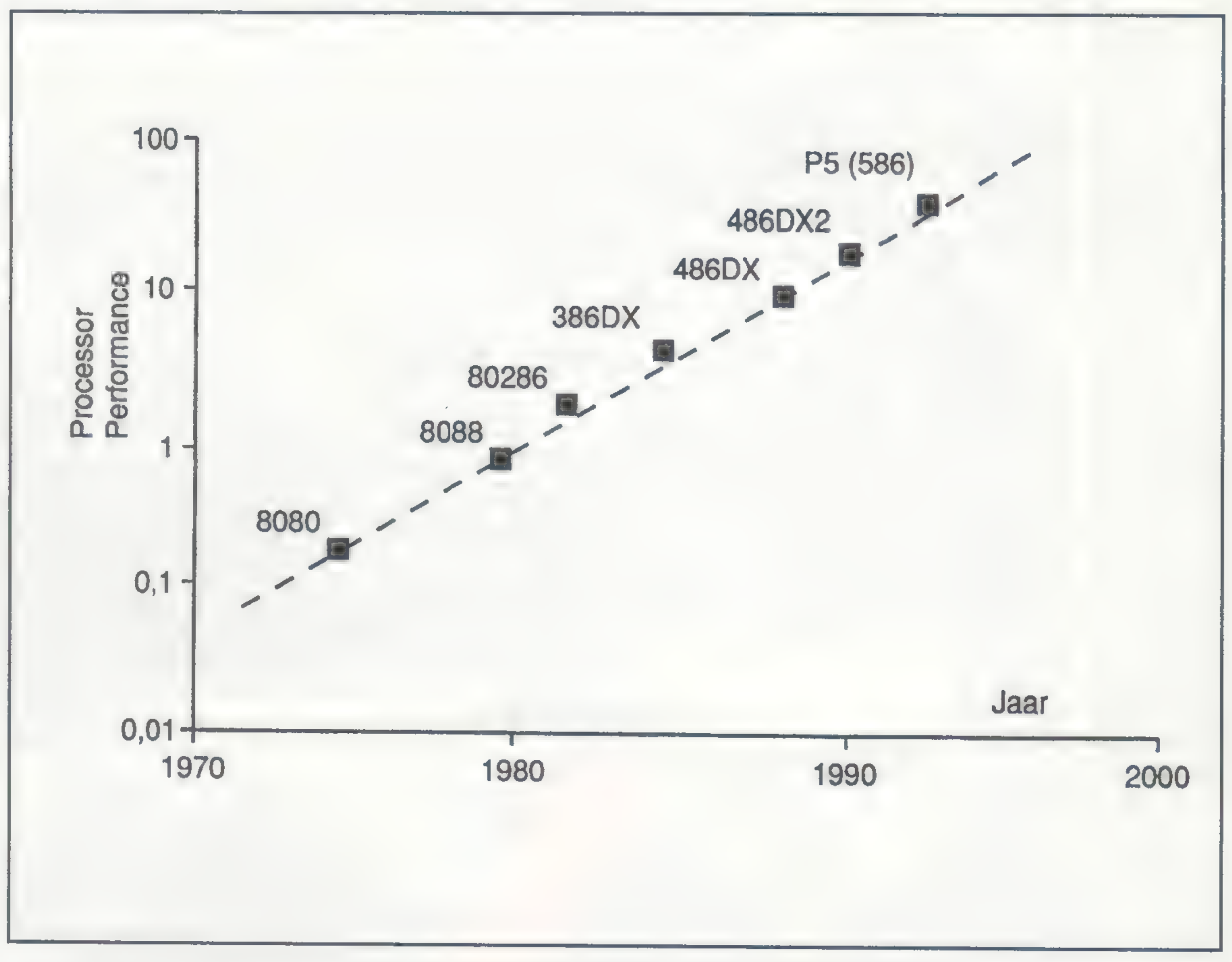


Fig. 3b.
Prestatiegroei van Intel processoren.

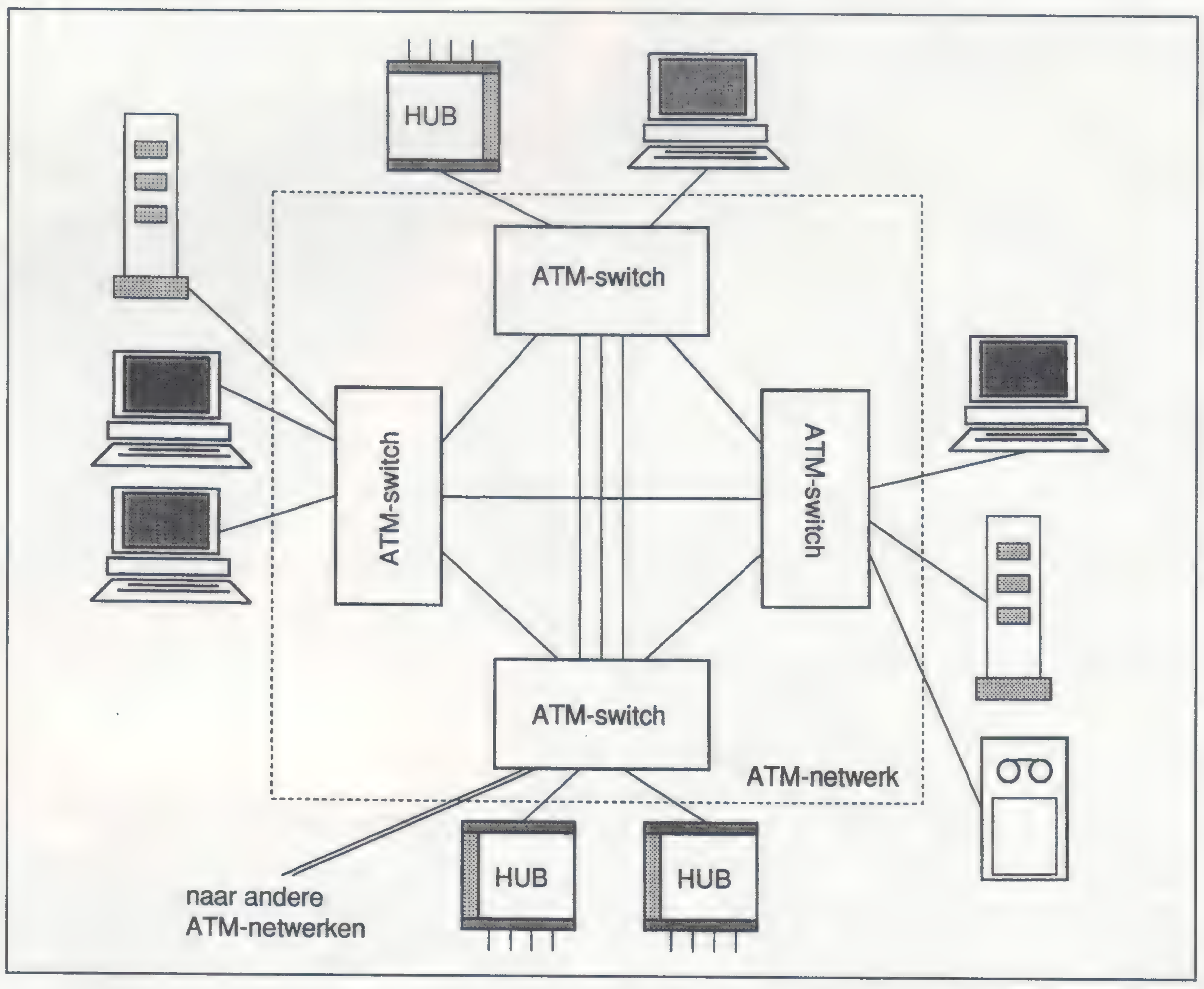


Fig. 4.
ATM-LAN's van de derde generatie bestaan uit een backbone-netwerk van "vermaasde" ATM-switches en een terminalnetwerk met individuele fysieke verbindingen.

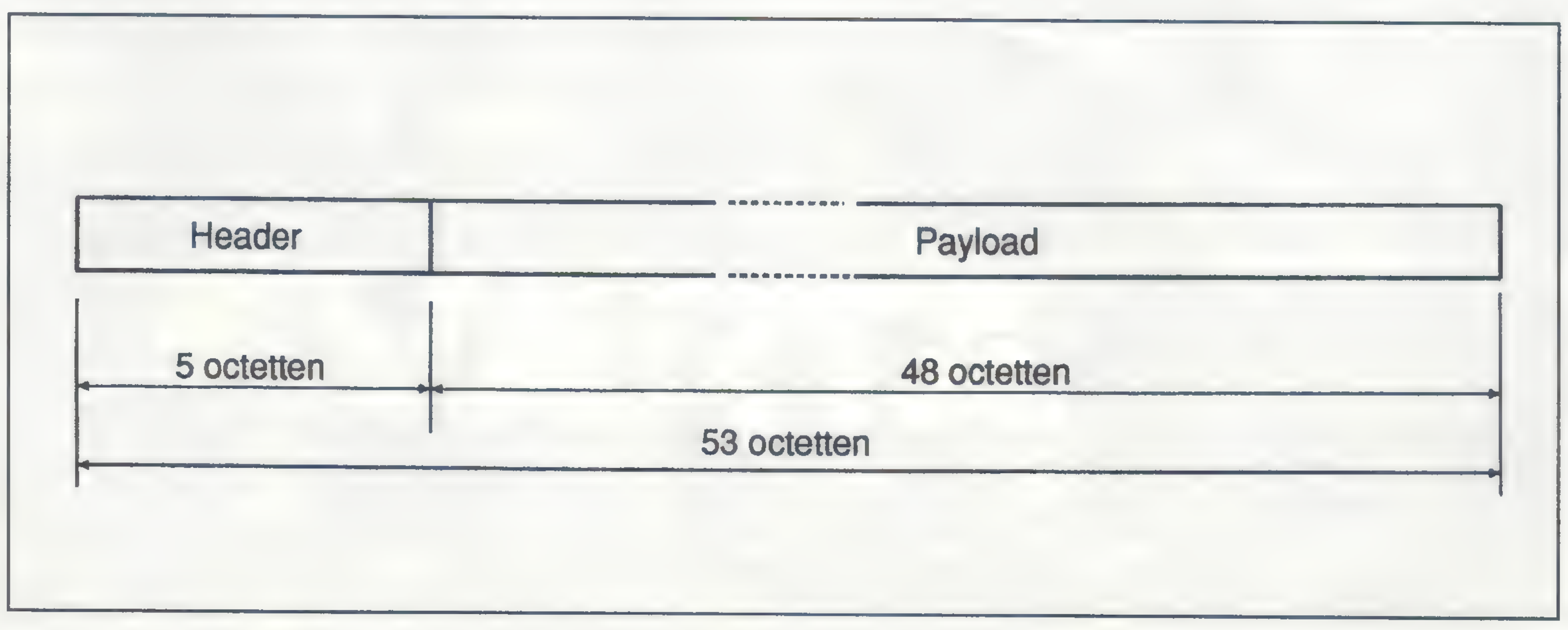


Fig. 5.
De basisstructuur van een ATM-cel bestaat uit een header van vijf en een payload van 48 octetten. Celheaders transporteren netwerk-gerelateerde informatie zoals "virtual channel" en "virtual path" indicators.

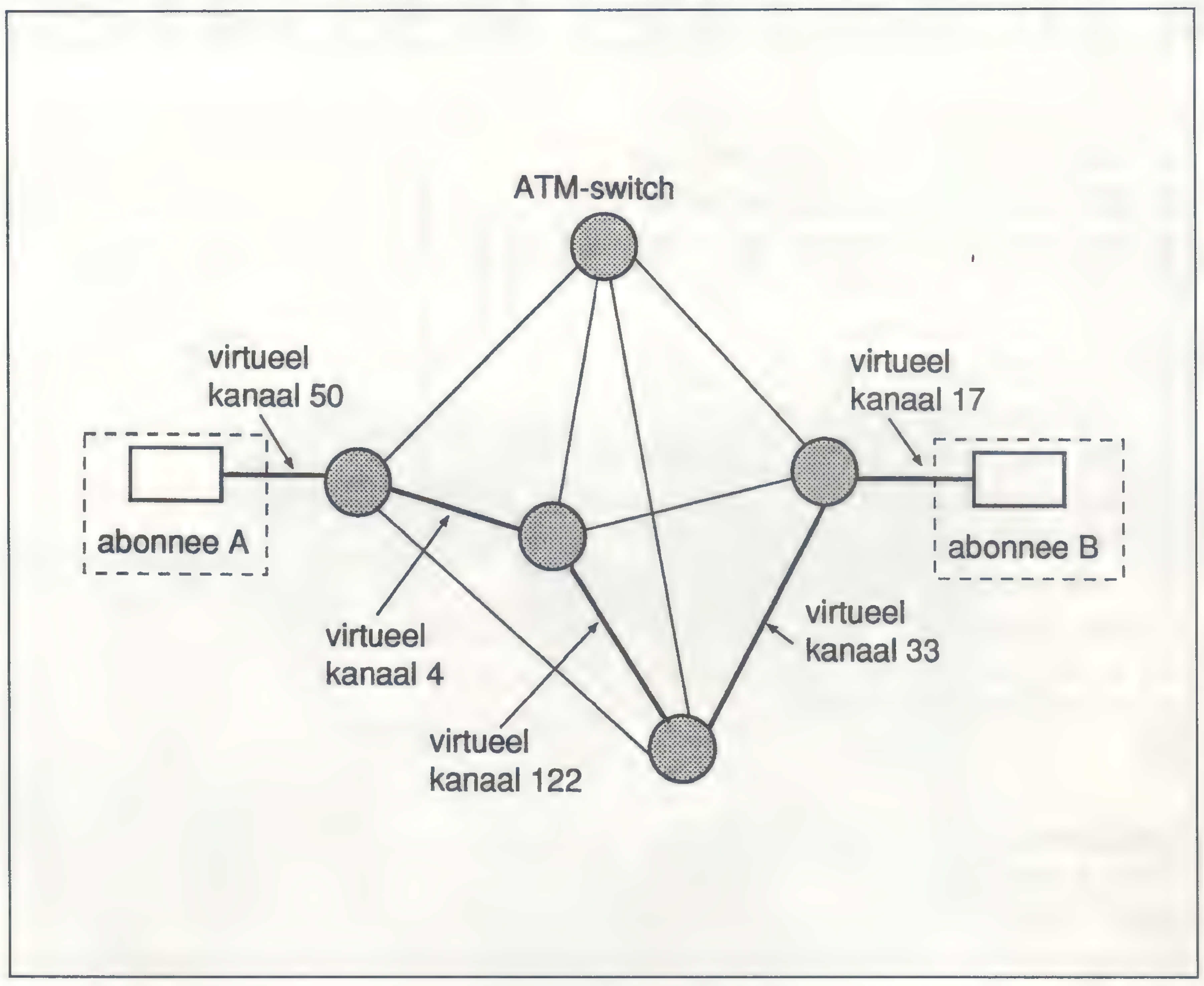
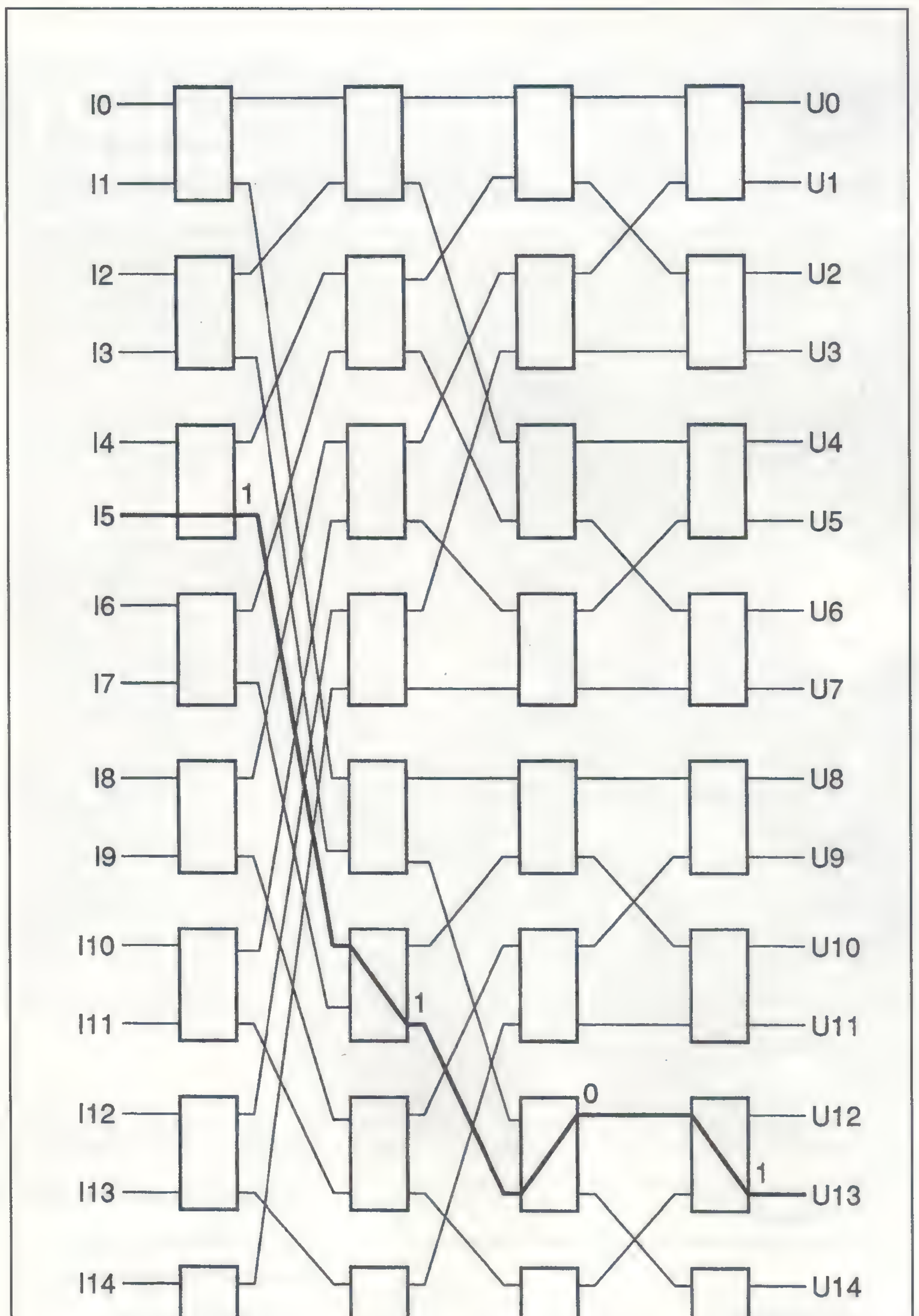


Fig. 6.
Een verbinding in een ATM-netwerk bestaat uit een cascade van virtuele kanalen door netwerkknooppunten. Ieder virtueel kanaal heeft in principe zijn eigen "virtual channel identifier: VCI".

Fig. 7.
Voorbeeld van een 16x16 schakelmatrix (Banyan-netwerk) opgebouwd uit binaire schakelelementen.



"transfer mode" in de protocol-stack onder de netwerkprotocol- en applicatiesoftware. Bij invoering van ATM behoeft dus noch de netwerkprotocol- noch de applicatiesoftware te worden vervangen. De ATM-specifieke zaken worden afgeschermd door de "ATM adaptation layer" (laag 2a in het OSI referentiemodel). Dit maakt het mogelijk binnen een organisatie applicaties te draaien op servers gekoppeld aan ATM-, "Token Ring"- en FDDI-netwerken en deze onderling te laten communiceren. ATM kan dus evolutionair in plaats van revolutionair in de organisatie worden geïntroduceerd.
Binnen een ATM-architectuur hoeven gebruikers - in tegenstelling tot de situatie in "shared media"-LAN's - de transmissiesnelheid van 155 Mbit/s (in de toekomst 622 Mbit/s) niet meer te delen; deze is per terminalverbinding beschikbaar. Het gebruik van individuele kanalen (inzet 3) resulteert tevens in een hoge mate van "privacy" en informatiebeveiliging. De fysieke netwerktopologie vertoont overeenkomst met het populaire "intelligent hub"-concept dat we kennen van "tweede generatie"-LAN's met de ATM-switches op de plaats van de hubs [1,2]. Hub-netwerken kunnen daarom als instapscenario voor de nieuwe ATM-LAN's fungeren.

ATM switch-architectuur

"Intelligent hubs" fungeren in "shared media"-LAN's als basisbouwstenen voor de connectiviteit tussen de aangesloten gebruikers en als knooppunten voor netwerkmanagement en netwerkbeheer. In "shared media"-hubs is de connectiviteit afhankelijk van repeater-technieken op het niveau van de fysieke laag in tegenstelling tot ATM-netwerken waar "switching" (netwerklaag) de sleuteltechniek voor de connectiviteit is. ATM-standaards specificeren alleen de interfaces, niet de implementatie van de switches. Dit geeft fabrikanten de mogelijkheid zich te onderscheiden door eigen keuzes van de switch-architectuur en de implementatievorm. In grote lijnen heeft men daarbij de keuze uit een bus-architectuur of een parallelle schakelmatrix.

Bus-architectuur

Bij de bus-architectuur delen de in- en uitgangspoorten een gemeenschappelijke bus die in veel gevallen is uitgevoerd als het "backplane" van de schakelmodule. Inkomende ATM-cellen op willekeurige poorten moeten wachten tot de bus beschikbaar is voor het routeren van de cel naar de betreffende uitgangspoort. Dit betekent dat de snelheid van de bus bepalend is voor de totale schakelcapaciteit. Bij de huidige stand van de techniek zijn bussnelheden van 1-1,5 Gbit/s haalbaar. Hogere snelheden lijken - ook in de toekomst - nauwelijks economisch realiseerbaar, omdat de snelheid van de bus beperkt wordt door de natuurkundige wetmatigheden van volwassen technieken voor connectors, printplaten en analoge componenten. Een ATM-switch met een busarchitectuur en een snelheid van 1,24 Gbit/s kan volledige connectiviteit bieden aan een achttal poorten van 155 Mbit/s. Neemt het aantal poorten op de switch toe dan zal de "throughput" per poort evenredig dalen. In feite ziet de gebruiker zich dan geconfronteerd met dezelfde bottleneck als in "shared media"-LAN's: een dalende bandbreedte per poort wanneer het aantal gebruikers van het LAN groeit.

Schakelmatrix

Het alternatief is de ATM-switch uit te voeren als een matrix van parallelle schakelelementen. In de eenvoudigste vorm hebben de schakelelementen twee ingangen en twee uitgangen. Grotere switches bouwt men uit matrices van deze basiselementen. ATM-switches kunnen dus op maat worden ontworpen zonder toe te hoeven geven op functionaliteit of kosten. Zo geeft figuur 7 een voorbeeld van een schakelmatrix met 16 in- en uitgangen, opgebouwd uit de 2x2-basisblokken. De dikgetrokken lijn geeft het pad aan voor het routeren van een cel van ingang I5 naar uitgang U13. Dit pad wordt gekozen door de schakelaars in ieder van de trappen van de matrix in te stellen volgens digits van de binaire code van de bestemming. Dergelijke netwerken, waarbij slechts één pad mogelijk is tussen in- en uitgangspoorten, noemt men ***Banyan***-netwerken.


Innovatie in oplaadbare knopcellen.
Een onderscheidend voordeel voor het milieu.
Varta introduceert: de nieuwe generatie oplaadbare Nickel-Hydride batterijen! Niet alleen in staafvorm, maar ook als knopcel. De voordelen voor het milieu spreken voor zich: 0 % cadmium, 0 % lood, 0 % kwik.
En bovendien: de Varta Ni-MH knopcellen hebben een absolute topcapaciteit (70 à 320 mAh), zijn snellaadbaar, zijn bestand tegen hoge temperaturen en hebben tevens een langere levensduur bij continue en discontinue belasting. Ze zijn uitwisselbaar met Nickel-Cadmium batterijen, zelfs tot aan 120 mAh.
Niets weerhoudt u er nog van om voor uw high-tech applicaties de energie van de toekomst te gebruiken.
Laat u zich direct uitvoerig informeren. De afdeling OEM van Varta vertelt u graag wat de snelste manier is om uw produkten nóg innovatiever, nóg milieuvriendeljker en nóg succesvoller te maken.
nickel hydride
VARTA
THE BATTERY EXPERTS
Varta Benelux
Savannahweg 59 · NL-3542 AW Utrecht · Tel.: (030) 480480 · Fax (030) 411770
Paruckstraat 35 · B. 20 · B-1080 Brussel · Tel.: (02) 4253366 · Fax (02) 4259344

Banyan-netwerken hebben het voordeel van een eenvoudige routering binnen de matrix. Nadeel is echter de kans op blokkering in de 2x2-basiselementen. Zo kan in figuur 7 blokkering optreden in schakeltrap 2 als tegelijk met de verbinding I5-U13 poort I6 of I7 een verbinding wil met U10. Dit probleem laat zich echter binnen ATM oplossen door de interne snelheid van de schakelmatrix te verdubbelen ten opzichte van de bitsnelheid van de poorten. Bij schakelmatrices vergroot men de totale capaciteit door het toevoegen van parallel-paden in plaats van door een enkel pad sneller te maken. Zeker voor systemen met grote capaciteit zijn schakelmatrices daarom economischer en flexibeler dan busoplossingen.

SynOptics chipset

De SynOptics chipset bestaat uit een zestal chips en implementeert de zogenoemde ***Fast Matrix ATM*** schakelarchitectuur, een uitvoeringsvorm van een parallel netwerk van binaire schakelelementen, gebaseerd op de concepten van de ATM-pionier Dr. Turner van de Washington University in St. Louis. Het zestal chips bestaat uit:

- o de Packet Switch Unit (PSU) voor het schakelen van ATM-cellen;
- o de Broadcast Translation Unit (BTU) voor het vertalen van ATM cel-headers voor "multicast"-transmissie;
- o de Port Controller voor het inspecteren van de "Virtual Channel Indicators" in de cellen;
- o de Transmit Buffer Controller voor het besturen van de uitgangsbuffers van de switch;
- o de Fabric FIFO Controller voor het herrouteren van verbindingen zonder bestaande verbindingen te verstoren en
- o de Physical Layer Framer voor het assembleren van de celstructuur op de fysieke laag.

De kloksnelheid van de chips is ruim 300 MHz, zodat volledige connectiviteit voor individuele 155Mbit/s-links kan worden gegarandeerd.

Figuur 8 geeft een blokdiagram van de ATM-schakelmatrix die met de chipset kan worden samengesteld. Het "kopieer-network" is een speciale functie voor LAN-omgevingen, waar vaak behoefte is aan een multicast-faciliteit van berichten naar meerdere gebruikers. Alle andere functies zijn niet LAN-specifiek, maar treffen we ook aan in (toekomstige) ATM Wide Area Netwerken zoals het breedband ISDN. De gebruikte ATM-standaards zijn generiek voor beide applicaties.

Interfaces

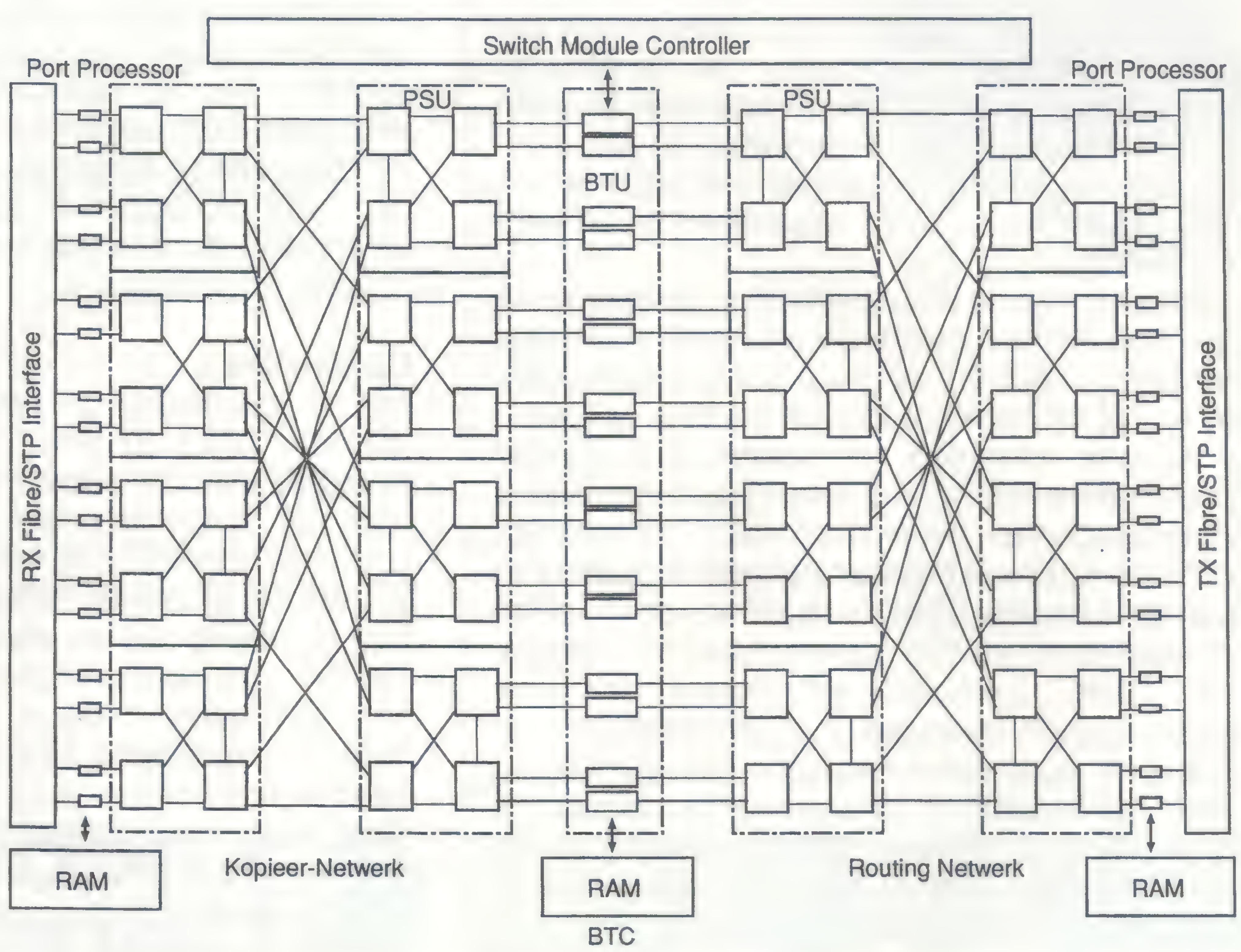
De ATM-schakelmatrix koppelt via de ontvanger-interface ("RX Interface") met het terminalnetwerk en met de zender-interface ("TX interface") met het koppelnetwerk tussen de ATM-knooppunten. Het ATM-LAN-concept voorziet in een drietal interface-opties namelijk:

- o Een 155 Mbit/s 8B/10B-interface conform ATM-Forum specificatie sectie 2.4. Deze interface is een blokgecodeerde versie van de standaard SONET OC3-interface en levert een stroom ATM-cellen met een bitsnelheid van 149,76 Mbit/s (met "header-overhead" 155,52 Mbit/s). De interface verschilt van SONET in het gebruik van een veel eenvoudiger framestructuur. Het signaal wordt 8B/10B-gecodeerd wat de lijnsnelheid op het multimode glasvezel of afgeschermd twisted-pair (STP) transmissiemedium op 194,4 Mbaud brengt. De 8B/10B-interface is bedoeld als ATM User-Network-Interface (UNI), maar kan ook fungeren als Network-Network-Interface (NNI). Deze laatste versie is echter nog niet gespecificeerd door het ATM-Forum.
- o Een 155 Mbit/s "Local SONET"-interface. Deze interface is bestemd voor multimode glasvezel en voor afgeschermd en niet afgeschermd twisted-pair (STP/UTP) volgens ATM-Forum specificatie sectie 2.1. De STP/UTP-specificatie was bij het afsluiten van dit artikel nog niet in detail gespecificeerd. De term "Local SONET" staat voor OC3-SONET voor de UNI. De framestructuur is SONET-compatibel, waarbij een groot aantal van de SLE-velden ("Section and Line Overhead") in de SONET/SDH-containers op nul is gezet. De meeste SLE-velden in het

Variabele bitsnelheid

Zoals de meeste pakketschakelende technieken zorgt ATM voor communicatiekanalen met bitsnelheden die afgestemd zijn op de applicatie en die zelfs in de tijd kunnen variëren. Een eindstation dat (momentaan) een hoge(re) "throughput" wil, stuurt in een bepaalde tijd veel cellen, een langzaam station weinig cellen over de user/netwerk-interface. De cellen zelf zijn echter identiek, zodat dezelfde apparatuur verschillende bitsnelheden kan verwerken; we hebben dus te maken met een ***universele*** interface voor verschillende typen terminals. Zorgt het netwerk voor een gegarandeerde, snelle en continue doorvoer van cellen, dan kan het oorspronkelijke tijdkarakter van de bron gehandhaafd blijven. Zo zal een bitstroom met constante snelheid zoals van een (digitale) telefoon met een kleine tijdvertraging als bitstroom met constante snelheid bij de bestemming aankomen. Hetzelfde geldt voor een bron met variabele datasnelheid. Voorbeelden hiervan zijn dataterminals of terminals voor gecomprimeerd video. ATM kan dus verschillende soorten verkeer (spraak, data, video enzovoort) binnen één netwerkconcept integreren. Een (klein) nadeel is dat cellen verloren kunnen gaan in geval van congestie in de wachtrijen van de netwerkknooppunten. De kans op celverlies is echter door een juiste dimensionering van de grootte van de wachtrijen willekeurig klein te maken. Correctie van foutieve of ontbrekende cellen is in ATM geen netwerkfunctie maar een taak van het end-to-end protocol in de eindstations die aan deze functie behoefte hebben.

Fig. 8. Blokdiagram van de SynOptics ATM Switch Fabric.



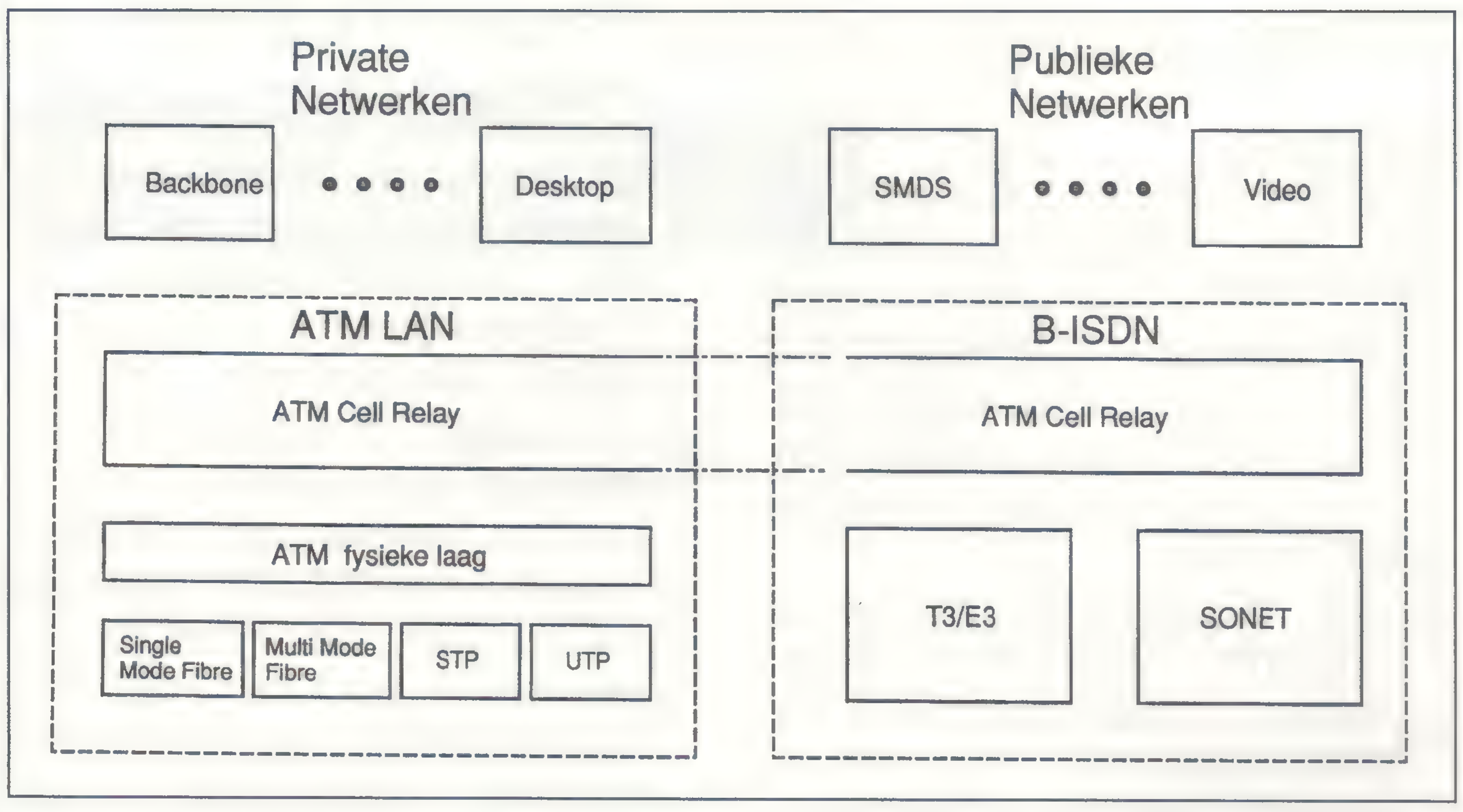


Fig. 9. Interworking van ATM LAN's en publieke netwerken gebeurt via de "cell relay"-standaard.

SONET-frame hebben binnen een LAN-omgeving namelijk geen betekenis. Verschillende siliciumhuizen ontwikkelen chips voor deze "lichte" SONET-interface, wat resulteert in een economische realisatie vergeleken met andere ATM UNI-interfaces.

- Een 155 Mbit/s Single Mode SONET interface. Deze interface-optie is bedoeld voor het koppelen van LAN's via het publieke netwerk. We kunnen hierbij denken aan private ATM-WAN's via gehuurde glasvezelverbindingen in de WAN-omgeving of - in een wat verdere toekomst - koppeling via een publieke ATM-dienst. Ook deze interface-specificatie is vastgelegd in de ATM-Forum specificatie sectie 2.1.

Virtuele paden en kanalen

ATM is connectie-georiënteerd en kent binnen een communicatiesessie drie fasen: een verbindingsopbouwfase, een informatie-overdrachtsfase en een vrijgave- of afbouwfase van de verbinding. Voorafgaande aan de informatie-overdracht wordt in het ATM-schakelnetwerk een "virtuele verbinding" in de vorm van een aaneenschakeling van "virtuele kanalen" tussen netwerkknooppunten ingesteld door deze knooppunten te voorzien van informatie over de afzender en de bestemming van de cellen voor een bepaalde sessie (figuur 6). Sessies en virtuele kanalen zijn gekoppeld door de ***Virtual Channel Identifier (VCI)*** in de celheader. ATM-kanalen zijn "virtueel", zodat er geen "fysiek" transmissiekanaal (dus ook géén hoeveelheid transmissie- en schakelmiddelen) vastligt.
Naast virtuele kanalen kent ATM het concept van semi-permanente "virtuele paden" tussen eindbestemmingen, waarbinnen weer meerdere virtuele kanalen mogelijk zijn. Dit is een krachtig hulpmiddel bij informatietransport voor bijvoorbeeld multimedia-applicaties. De verschillende verkeerssoorten binnen multimedia-applicaties als video, audio en data beschikken dan binnen hetzelfde virtuele pad tussen twee multimedia-eindstations over eigen virtuele kanalen met elk hun optimale datasnelheid en verkeerskarakteristieken.
Met het instellen van de virtuele verbinding ligt de route van de cellen vast. Adresinformatie behoeft dus niet in elk pakket te worden herhaald; het aangeven van de relatie tussen cellen en het bijbehorende virtuele kanaal is voldoende. Door de vaste route door het netwerk is de correcte volgorde bij aflevering van ATM-cellen gegarandeerd. ATM-netwerkknooppunten routeren de cellen op basis van inspectie van de ***Virtual Channel Identifier (VCI)*** en/ of de ***Virtual Path Identifier (VPI)*** in de header van de ATM-cellen die ze vergelijken met hun connectietabel. VCI's hebben slechts lokale betekenis en worden in ieder netwerkknooppunt vervangen door een nieuwe VCI die geldig is op de uitgaande link. Hierdoor kunnen VCI's kort zijn (16 bits) wat inspectie in hardware vergemakkelijkt. Dit resulteert in eenvoudige en efficiënte routering van de cellen, korte doorlooptijden en vermindering van de rekeninspanning in de knooppuntsprocessoren.

Cell relay

ATM elimineert de verschillen tussen LAN's en WAN's en daarmee de complexe bridges en routers die de bottleneck vormen in de huidige LAN/WAN-communicatie. Zodra ATM ook in de publieke netwerken is geïntroduceerd, kunnen ATM-LAN-eilanden via ATM-links in het publieke net gekoppeld worden tot "corporate" communicatienetwerken. In de komende jaren zal dit allereerst worden gerealiseerd door op huurlijnen private ATM-netwerken te implementeren, waarvoor een interface-optie is voorzien. Met de komst van het breedband-ISDN kunnen PTT's ATM-functionaliteit als dienst gaan aanbieden. ATM cell-relay is de gemeenschappelijke standaard die koppeling mogelijk maakt (figuur 9).

Conclusies

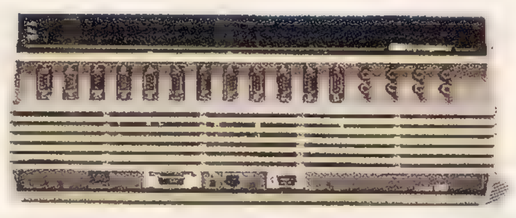
Met de ontwikkeling van een derde generatie LAN's op basis van ATM draagt de industrie oplossingen aan voor de congestieproblemen op Local Area Netwerken die het gevolg zijn van het groeiende verkeersaanbod als gevolg van de populariteit van het client/server-model, grafische gebruikers-interfaces en de trend naar multimedia-applicaties en video-to-the-desktop. De gemeenschappelijke ATM-standaard voor LAN's en WAN's maakt een naadloze integratie van private en publieke netwerken mogelijk. De ATM-kar wordt momenteel echter duidelijk getrokken door de fabrikanten van LAN-apparatuur. Bescherming van de bestaande investeringen in bekabeling en applicatiesoftware staat daarbij centraal.
Invoering van ATM in de LAN-omgeving zal gefaseerd plaatsvinden. Een van de initiatiefnemers van de ontwikkeling van ATM-LAN's, het Amerikaanse bedrijf SynOptics, verwacht in 1993/1994 een vervanging van (FDDI-) backbones door ATM-routeringsnetwerken voor het koppelen van bestaande "tweede generatie"-LAN's als Ethernet, Token Ring en FDDI. Dit scenario voorziet verder in enige ATM-connectiviteit naar de "desktop". In 1994/1995 volgt een verdere uitbouw van "ATM-to-the-desktop" voor zware applicaties plus een aanzet tot private ATM-netwerken in het publieke net op huurlijnen. De volledige integratie van LAN's en WAN's als gevolg van een grootschalige ontplooiing van de ATM-technologie in beide categorieën netwerken zal vermoedelijk niet eerder dan eind jaren negentig een feit zijn.
Snelle ATM-schakelmatrices gebaseerd op parallelle binaire schakelelementen zijn de crux naar een flexibele maatwerkaanpak bij het vormgeven van de netwerken. Bij de ontwikkeling van chips voor ATM-switches heeft de LAN-industrie het voortouw genomen. Traditioneel op de LAN-markt georiënteerde communicatiebedrijven als SynOptics verbreden hiermee hun "scope" naar de WAN-omgeving. Door eerder op de "learning curve" te stappen kunnen ze een geduchte concurrent worden van de traditionele aanbieders van communicatie-apparatuur voor het openbare net.

Referenties

[1] W.A.M. Snijders; ***LAN-protocollen op "twisted pair"-bekabeling technisch haalbaar***; DA-Technologie, jaargang 2, nummer 6/7, pag. 28-33.
[2] W.A.M. Snijders; ***Hubtechnologie sleutel tot informatiebeveiliging***; DA-Technologie, jaargang 2, nummer 9, pag. 32-39.

Nieuwe technologiën worden door SynOptics soepel in uw netwerk geïntegreerd.

Een goed opgezet en betrouwbaar netwerk is voor u als ondernemer van strategisch belang. Steeds verdere ontwikkelingen in netwerktechnologie dwingen u om samen te werken met een partner die u helpt uw bestaande netwerk aan te passen aan deze nieuwe en verbeterde technologiën. Die partner is SynOptics.



SynOptics' nieuwe LattisCell produkten stellen u nu al in staat een kompleet ATM netwerk op te bouwen, voor zowel backbone als desktop aansluitingen.

Wij hebben de zogenaamde Network Fabric ontwikkeld waarmee u verschillende technologiën aan elkaar kunt koppelen en beheren met behulp van de intelligente hub. De Network Fabric staat u ook toe om toekomstige technologiën en mogelijkheden te integreren, zonder dat uw bestaande investeringen verloren gaan.

Neem bijvoorbeeld de Asynchrone Transfer Mode (ATM) technologie. Wij hebben de produkten al in de vorm van LattisCell™, SynOptics' tweede generatie ATM technologie, die niet alleen een enorme prestatieverhoging levert aan zowel de backbone als de desktop kant, maar ook zeer betaalbaar is vanwege een zeer speciale door SynOptics ontwikkelde chipset.

Het managen van uw Network Fabric wordt gedaan door SynOptics' Optivity™ netwerk management software. Vanuit één werkstation ziet u hoe uw netwerk er voor staat, inclusief het functioneren van uw routers en bridges.

Als u ook het belang inziet van een goed en betrouwbaar netwerk, neem dan kontakt op met de partner die de nieuwe technologiën al beschikbaar heeft.

SynOptics Communications Europe BV • Pompmolenlaan 16
NL–3447 KG Woerden • tel. (+31) 3480-31616 • fax. (+31) 3480-31700

SynOptics

The Network Fabric of Computing



Veelzijdig radiomeetinstrument integreert groot aantal functies

Radiotestapparatuur evolueert naar multi-processorsystemen

Met de komst van cellulaire en trunked radiosystemen in de afgelopen tien jaar is het testen van radio-basisstations en mobiele apparatuur aanzienlijk complexer geworden. In de toekomst zal met de groeiende complexiteit van de radiosystemen ook de testproblematiek en de werkdruk op de verantwoordelijke technici verder toenemen. Gelukkig houden ontwikkelingen in functionaliteit van de radiotestapparatuur gelijke tred met de te testen radiosystemen. Een exponent van deze nieuwe generatie meetapparatuur is de Marconi radiotestset 2965 die op basis van een multiprocessorsysteem zo'n 36 meetfuncties in één apparaat combineert.

CLIVE RODMELL BSc
Marconi Instruments Limited
Hertfordshire, England

De groeiende complexiteit van de huidige en toekomstige radio-apparatuur vraagt bij het testen een scala aan functies. Daarenboven leggen de sterk toegenomen operationele eisen een zware hypotheek op de mogelijkheid van snelle diagnoses. In de produktie-omgeving en in het veld moeten deze testfuncties in een zo klein mogelijk aantal instrumenten - bij voorkeur slechts één - zijn samengebracht. Een voorbeeld van een dergelijk veelzijdig instrument voor radiotests is de nieuwe radiotestset type 2965 van Marconi Instruments. Deze set combineert de functionaliteit van 36 hoogwaardige meetinstrumenten in een veelzijdige eenheid die de mogelijkheid biedt snel en nauwkeurig een variëteit aan metingen te verrichten. In dit artikel gaan we in op een aantal van de innovatieve technieken - met name op multi-processorgebied - die in de 2965 Radio Test Set zijn samengebracht.

Multi-processor

In de radiotestset 2965 van Marconi treffen we in totaal acht (!) processoren aan: twee microprocessoren, drie micro-controllers, twee digitale signaalprocessoren (DSP's) en een grafische co-processor (figuur 1). Iedere processor is autonoom en beschikt over een eigen programmageheugen. Veel van de communicatie tussen de processoren onderling gebeurt in een "multiple master"-techniek via twee I^2C-bussen.
Het gebruik van meerdere processoren binnen één systeem gaat meestal gepaard met een aantal voetangels en klemmen. Ofschoon de balans van deze techniek uiteindelijk positief uitvalt, is het goed zich bewust te zijn van de mogelijke nadelen. Meerdere processoren betekent meerdere programma's met de daaraan verbonden problemen bij het ontwikkelen, installeren, testen en - niet in de laatste plaats - het modificeren en consistent houden van de verschillende PROM's ("Programmable Read Only Memory"). In sommige gevallen is het mogelijk één PROM voor verschillende processoren te gebruiken. Deze strategie is bijvoorbeeld gevolgd voor de DSP's en de grafische co-processor. Voor de andere processoren is echter gekozen voor gescheiden PROM's, omdat een centraal-gedistribueerd software-schema in tegenspraak is met de wens naar "stand-alone" bedrijf

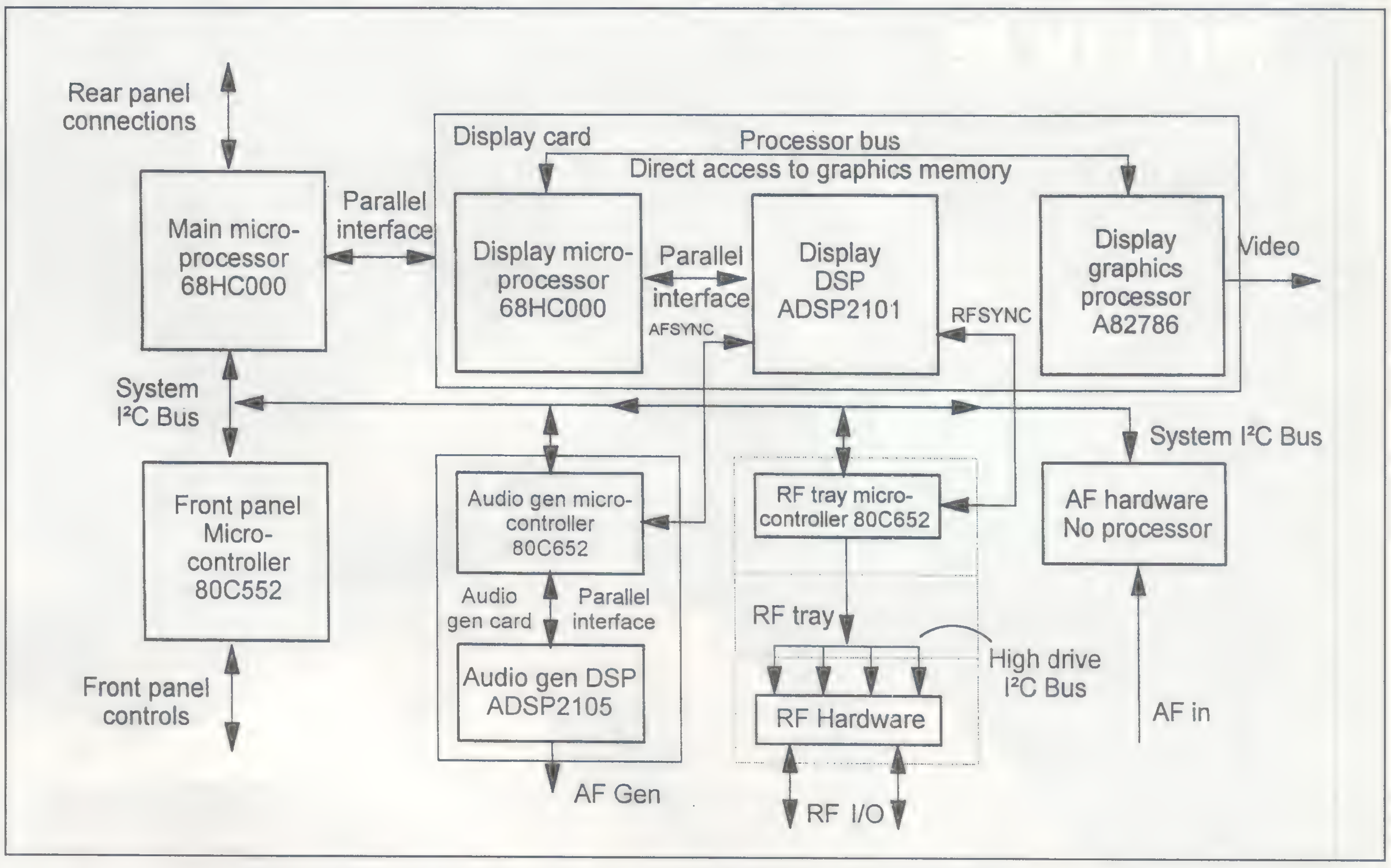


Fig. 1. Functioneel blokdiagram van de multiprocessor-architectuur van de 2965 Radio Test Set.

en naar reductie van de onderlinge bedrading tussen functionele eenheden en printplaten.
Het gebruik van meerdere processoren, zeker als het gaat om processoren van verschillende types zoals in de 2965, resulteert tevens in een aantal uitdagingen en moeilijkheden bij het ontwerp. Software-specialisten moeten vertrouwd raken met verschillende "software"-ontwikkelgereedschappen en processor-architecturen. Ook in het hardware-ontwikkeltraject moet men beschikken over diverse ontwikkelsystemen en ermee kunnen omgaan.
Voor een complex instrument als de 2965 overtreffen de voordelen van een multi-processorarchitectuur de nadelen in aanzienlijke mate. Met een enkele processor zou het zo goed als onmogelijk zijn geweest hetzelfde of zelfs maar een vergelijkbaar prestatieniveau te realiseren. Toepassing van aparte microcontrollers voor de verschillende hardwarebesturingsmodules zorgt ervoor dat deze onafhankelijk kunnen worden getest en reduceert het aantal verbindingen tussen de hardware-modules en de centrale processor. Dit scheelt niet alleen in bedradingskosten maar vermindert ook de EMC-straling ("Electro Magnetic Compatibility") aanzienlijk door het ontbreken van een "hoge snelheidsbus" door het hele instrument.
Het gebruik van meerdere processoren dwingt de systeem-ontwerper ertoe al in een zeer vroeg stadium zijn ontwerp te partitioneren om de interface-boodschappen tussen de verschillende processoren te kunnen vastleggen. In eerste instantie lijkt dit een nadeel maar in de praktijk blijkt het een waardevolle discipline te zijn. Beschikt men over goed doordachte interface-specificaties, dan kunnen groepen software-ontwerpers los van elkaar aan de verschillende processormodules werken. Bovendien kunnen deelsystemen worden opgebouwd, waarbij de PC ("Personal Computer") de ontbrekende delen kan emuleren. Het "stand-alone" karakter van de verschillende deelsystemen kan ook in de toekomst een voordeel blijken te zijn, mocht het nodig zijn delen van het systeem in andere produkten te integreren.
De 2965 leunt voor de noodzakelijke signalering en analyse op zijn twee digitale signaalprocessoren. Iedere DSP voert een groot aantal verschillende taken uit, waarvoor vroeger flink wat speciale, inflexibele hardware nodig was. Dit maakt de radiotestset 2965 tot een "open systeem" dat via software-aanpassingen geschikt te maken is voor toekomstige eisen aan signaalgeneratie en analyse voor radiosystemen.

RF spectrumanalyzer

Het radiofrequente deel van de 2965 bevat twee "fractional-N" frequentiesynthesisers [1], één voor de ontvanger en één voor de signaalgenerator. Dit maakt het mogelijk spectrale analyse te doen op een duplex-radio door signaal naar de te testen radio te sturen om deze "open" te houden en tegelijk het frequentiespectrum te meten om de gewenste spectrum-informatie te verkrijgen (figuur 2).
Deze configuratie met twee frequentiesynthesisers kan ook als een veelzijdige tracking-generator worden gebruikt. Door twee synthesisers te gebruiken, kan de generatorfrequentie verschillen van de ontvangerfrequentie. Men kan bijvoorbeeld de twee frequenties een offset geven, verdubbelen, tegen elkaar in "sweepen" enzovoort. Hierdoor is het systeem te gebruiken voor het testen van mixers, frequentieverdubbelaars enzovoort. Toepassing van "fractional-N" synthesisers biedt mogelijkheden voor het maken van discrete frequentiestappen voor puntsgewijze metingen. Het signaalniveau wordt gemeten door de DSP van de "display"-kaart, terwijl de eigenlijke analyse gedaan wordt door de "display-card"-microprocessor en de grafische processor. Een synchronisatielijn tussen de RF-box en de display-kaart houdt de twee perfect gesynchroniseerd.
"Fractional-N"-synthese is de meest succesvolle techniek om conflicten tussen de frequentieresolutie en fasenauwkeurigheid te omzeilen. In zijn basisvorm bereikt een "fractional-N"-systeem een nauwkeurige frequentieresolutie zonder toe te hoeven geven op de voor de fase-

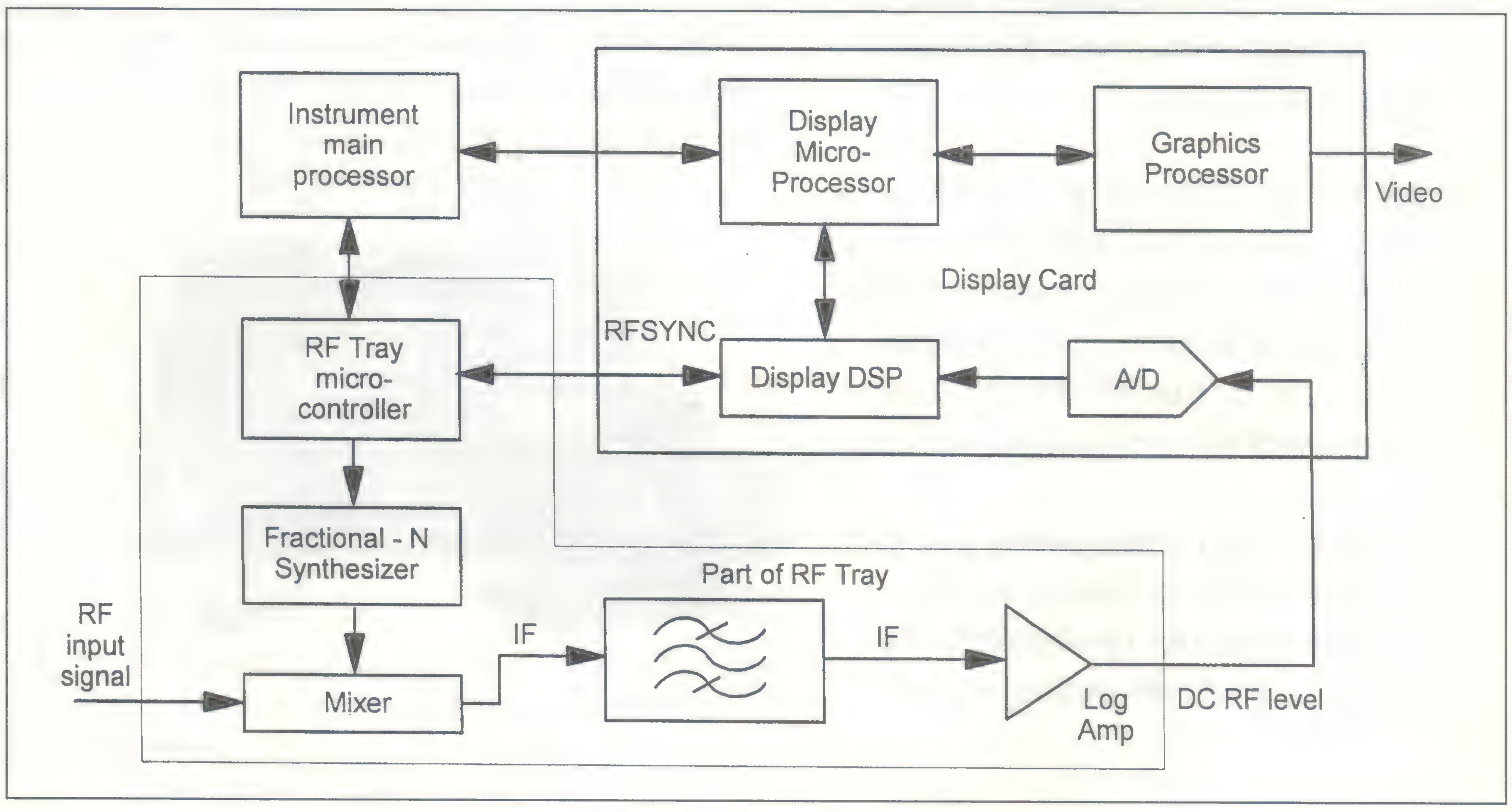


Fig. 2. Blokdiagram van de spectrumanalyzer.

nauwkeurigheid gewenste hoge fasedetectorfrequentie door de deelfactor in de frequentiedeler te manipuleren. Deze techniek is in detail behandeld in referentie [1].
Omdat de "sweep" van de spectrumanalyzer stapsgewijs wordt veranderd, moeten ontvanger en display gesynchroniseerd worden gehouden. Een eenvoudige manier om een spectrumanalyzer te maken is het RF-signaal op een bestaande digitale oscilloscoop weer te geven gebruik makend van het tijdbasissignaal van de oscilloscoop om de ontvanger te verstemmen. Omdat sommige ontvangers meer tijd nodig hebben om betrouwbaar in frequentie te stappen dan andere, betekent dit dat de snelheid waarmee door het meetbereik kan wor-den gestapt, op de traagste ontvanger moet worden bemeten. Dit is een vervelend probleem bij het realiseren van een snelle "tracking"-generator. Om aan deze beperking tegemoet te komen geeft de microcontroller van de RF-sectie van de 2965 een "Data Valid"-signaal op de RFSYNC-lijn met een frequentie die de RF-hardware kan volgen en leest het DSP-display het signaalniveau op basis van deze signaleringsboodschappen. De bi-directionele RFSYNC-lijn wordt ook door de display-DSP gebruikt om de RF-module te starten en te stoppen, waardoor de spectrumanalyzer continu door zijn bereik kan lopen zonder tussenkomst van de hoofdprocessor.

Audio-analyzer

De audio-analyzer van de 2965 gebruikt een voor radiotestsets compleet nieuwe grafische weergavetechniek, waarmee gebruikers bij audiofrequenties kunnen zien wat ze vroeger op een spectrumanalyzer bij radiofrequenties moesten proberen op te pikken. De analysemethode is echter wezenlijk anders dan die van een spectrumanalyzer.
In tegenstelling tot een RF-spectrumanalyzer bevat de audio-analyzer géén verstembare ontvanger. Een audiosignaal met een bandbreedte van 40 kHz wordt in een analoog/digitaal-omzetter bemonsterd wat een serie tijddiscrete waarden oplevert. De display-DSP voert op deze signaalmonsters een "Fast Fourier Transform" (FFT) uit om de frequentiecomponenten van het audiospectrum te produceren. De "refresh"-frequentie van het scherm is daarbij zodanig dat veranderingen in het audiosignaal "real time" te volgen zijn, zodat het display "analoog" overkomt.

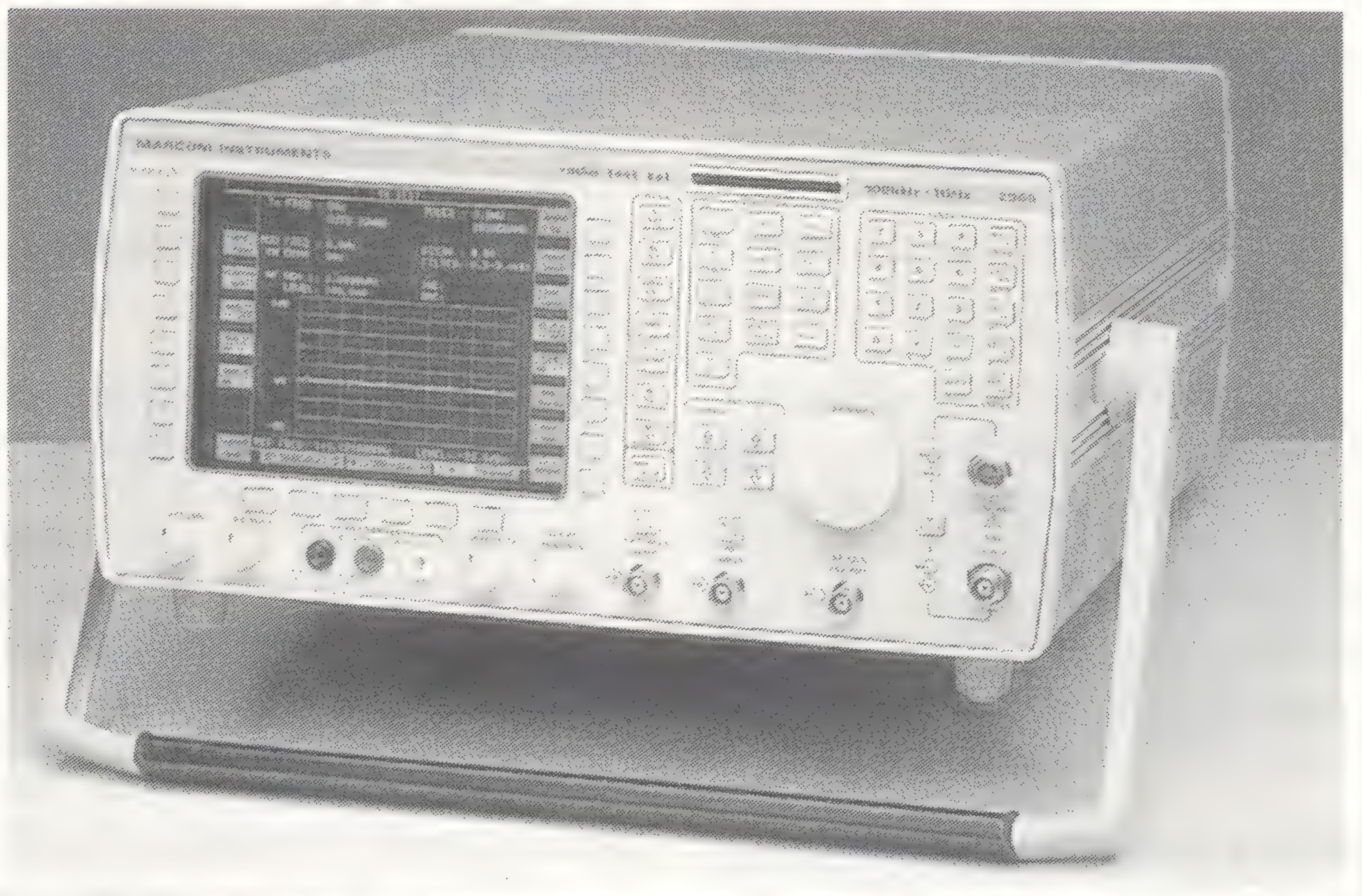


Foto A
De Radio Test Set 2965 van Marconi Instruments.

De DSP voert de FFT uit op de audiosignaalmonsters om frequentiecomponenten te produceren. In zijn algemeenheid levert een FFT een signaalspectrum dat bij de frequentie nul (DC) begint. Vaak wil de gebruiker, net als met een RF-spectrumanalyzer, naar een frequentiegebied(je) rond een bepaalde interessante frequentie kijken. Om dit te bereiken gebruikt de display-DSP heterodyning om de gewenste startfrequentie omlaag te converteren naar DC zonder dat hiervoor extra hardware nodig is.

Audio-generator

Een tweede DSP in de 2965 is bestemd om signalen te genereren in plaats van deze te analyseren. De audio-generator gebruikt deze DSP om audiofrequente golfvormen te genereren via digitaal/analoog-omzetters (figuur 3). De microcontroller reageert op commando's van de hoofdprocessor en laadt verschillende applicatieprogramma's in de DSP. Eén van deze applicatieprogramma's levert bijvoorbeeld twee signalen, elk bestaande uit drie sinusvormige componenten met frequenties tot 20 kHz, via een dubbel-DAC. Een andere DSP-applicatie stuurt een sinus met een frequentie tot 100 kHz via de enkelvoudige DAC. Gebruik van een micro-controller ontlast de centrale processor van de "overhead" die gepaard gaat met het genereren van tonen, tijdsbesturing en andere signalering. Ook kan het audio-generatorsysteem onafhankelijk worden aangestuurd en getest door de betreffende commando's vanaf een PC over de I^2C-bus te sturen.
Het commerciële succes van de "Compact Disc"-technologie heeft gezorgd voor een spaarbekken aan "-hoog kwalitatieve", goedkope IC's voor digitaal/analoog-omzetters (DAC's) en digitale filters. Het in de CD-technologie zo langzamerhand gebruikelijke principe van een achtmaal "oversampling" in het digitale filter en 18bits stereo-DAC's levert twee analoge uitgangen met extreem lage vervorming. Dit is belangrijk voor de audiogenerator die bij alle signaalniveaus een lage vervorming moet garanderen; dit in tegen-

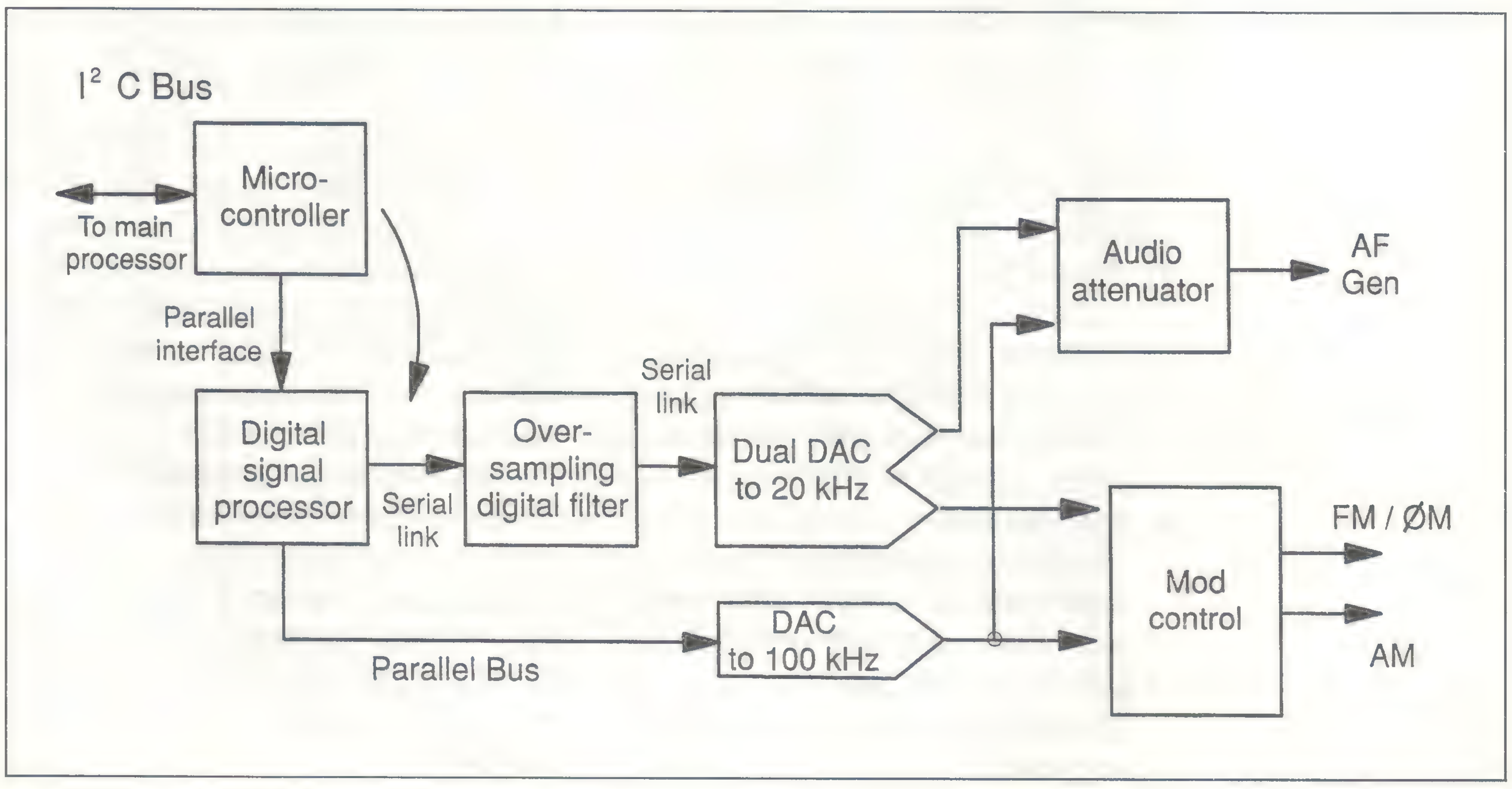


Fig. 3.
Blokdiagram van de audiogenerator.

stelling tot CD-spelers die alleen bij volle uitsturing zijn gespecificeerd. Het uit de CD-technologie gekopieerde digitale filter elimineert een duur, analoog filter van hoge orde en de daaraan gerelateerde stabiliteitsproblemen gedurende de levensduur van het instrument.
Ieder van de beide DAC-uitgangen levert drie sinusgeneratoren: één voor de audiogenerator en de twee andere voor de modulator. De DSP genereert de data voor drie sinussen per uitgang en telt deze op vóór ze als een samengesteld signaal naar de DA-converters te sturen.

Display features

De radiotestset 2965 gebruikt een conventioneel, horizontaal gescand, VGA-compatibel display dat ook externe videomonitoren kan aansturen. Het instrument voorziet echter in "features" als twee raster-groottes, markers, opslag van het geschreven signaal, "screen dump" en voorzieningen voor het aansluiten van externe video-monitoren. Om dit te bereiken is een 'bit-mapped" display met snelle schrijf-eigenschappen vereist.
De grafische kaart produceert de signalen voor normale tekst en grafiek, plus de speciale grafische schermen die nodig zijn voor functies als oscilloscoop, spectrumanalyzer en de audio FFT-analyzer. De grafische kaart bevat drie processoren namelijk een digitale signaalprocessor (de "display-DSP"), een grafische processor voor het tekenwerk en een microprocessor om de instructies voor de beide andere processoren vóór te bereiden. De oscilloscoopweergavefuncties maken in plaats van de DSP gebruik van speciale "scope acquisition"-logica.
De drie processoren zijn volledig onafhankelijk en hebben eigen programma- en datageheugens. Door gegevens parallel te bewerken bereikt het systeem een hoog prestatieniveau (tot 30 scherm-updates per seconde). Om een "real time"-impressie van de oscilloscoopfuncties te verkrijgen is een viervoudige "pipelining" nodig:

1. *Acquisitie*
   Het analoge signaal wordt gedigitaliseerd, waarbij de digitale waarden naar een FIFO-buffer worden geschreven met een aan de tijdbasis aangepaste snelheid.
2. *Berekening*
   De microprocessor leest de data in en gebruikt deze om een reeks van tekeninstructies te produceren die in het geheugen van de grafische processor worden geschreven.
3. *Tekenen*
   Het "tekendeel" van de grafische processor voert tekeninstructies uit die al in het grafische geheugen aanwezig zijn om zodoende een "bit-map" van het videobeeld te produceren.
4. *Display*
   De display-processor (onderdeel van de grafische processor) leest de scherm-data die in het "bit-map"-geheugen zijn geschreven en levert deze als beeldpunt-informatie in video-beeldlijnen aan het display.

Dit pipeline-proces stuurt twee "windows" aan als een overlay over het basisbeeld. Terwijl het ene window wordt weergegeven wordt het volgende spoor in het niet-weergegeven window geschreven. Beide windows alterneren, wat de illusie van een stabiel, "real time" oscilloscoopbeeld oplevert.

DSP voor analyse

Naast het verzamelen van data voor de RF- en audio-analyzerdisplays zorgt de display-DSP voor een aantal andere meetfuncties. SINAD/distorsie-meting is een uitbreiding van het FFT-analyseproces. SINAD en distorsie meten de verhouding van het totale signaalvermogen en het vermogen van de ruis exclusief signaal. Normaliter is hiervoor een analoog bandsperfilter ("notch-filter") nodig om de signaalcomponent selectief te onderdrukken. In een digitaal instrument zorgt de FFT-bewerking ervoor dat het audiospectrum van 5 kHz breed als frequentiepunten in het geheugen is opgeslagen. De signaalcomponent kan nu effectief worden onderdrukt door bij het sommeren van de ruisvermogens de frequentiepunten rond de signaalfrequentie niet mee te nemen. Er is dus geen hardware analoog "notch-filter" nodig. Verder heeft deze digitale verwerking als voordeel dat de meetfrequentie willekeurig gekozen kan worden, niet alleen op 1 kHz, omdat het verstemmen van het bandsperfilter eenvoudigweg het maskeren van ordinaten van het FFT-spectrum is. De display-DSP is ook geschikt voor nauwkeurige vermogensmetingen door een groot aantal metingen van een zwak (en dus ruis-achtig) signaal van een meetsensor te middelen. Ook kan de DSP gebruikt worden om een audiofrequentieresponsie te laten zien die lijkt op een FFT-analyserweergave. Hiervoor worden de RMS-niveaus van een audiogeneratorsweep die gesynchroniseerd is met de ADSYNC-lijn, punt voor punt berekend.
Signalering en decodering van analoge cellulaire radiosystemen vraagt normaliter om speciale hardware, die specifiek is voor het te testen systeem. Voor het genereren en ontvangen van de Manchester-gecodeerde data zou een modem nodig zijn, een DTMF-decoder voor het detecteren van toonfrequente signalering en notch-filters voor het detecteren van de aanwezigheid van de "Supervisory Audio Tone (SAT)" en signaleringstoon (ST). In de 2965 wordt wederom de display-DSP gebruikt om analoge cellulaire signalen te decoderen. De processor is snel genoeg om het 8kHz-Manchestersignaal te bemonsteren om de nuldoorgangen en dus de "-enen" en "nullen" van het datasignaal te detecteren. Er is geen hardware PLL ("phase locked loop") nodig voor de klokterugwinning, omdat het bemonsteralgoritme de tijdsinformatie uit het signaal haalt. Een "spot-frequentie" "Discreet Fourier Transformatie (DFT)"-algoritme detecteert de SAT, ST en DTMF-signalen.

Conclusie

De acht processoren van de 2965 geven dit instrument een scala aan meetfuncties en gebruikersgerieven, waarvan er in dit artikel slechts een klein aantal is aangestipt. In de toekomst zullen - met de introductie van steeds complexere radiosystemen - ook de eisen die gesteld worden aan het testen van deze systemen, zich wijzigen. Nieuwe eisen en meetmethodieken zijn in digitale, processorgestuurde apparaten als de Radio Test Set 2965 relatief eenvoudig te realiseren door software-aanpassingen. De multiprocessor-architectuur met gescheiden processoren maakt de 2965 bij uitstek geschikt om mee te groeien met de ontwikkeling van de radiotechnologie.

Nederlandse bewerking: ing. W.A.M. Snijders

Referenties

[1] D.P. Owen, ***Nieuwe aanpak in "fractie-N" frequentiesynthesemethode***; I^2E/E, 6e jaargang, no. 9, september 1990.

Sensoreisen voor grijpers in kader van EG-onderzoek TELEMAN

Behendig grijpen in mensvijandige omgeving

In samenwerking met Vermaat Technics, Rockanje; Université Libre de Bruxelles en de T.U. Delft vindt in het kader van het Europese programma "TELEMAN" reeds geruime tijd onderzoek plaats aan grijpers. Teleman is een roboticaprogramma voor de nucleaire industrie. Het strategische doel van Teleman is te komen tot de ontwikkeling van geavanceerde teleoperators welke voldoen aan de vraag van de nucleaire industrie, gebruikers en fabrikanten.

W. JONGKIND
UHD bij de vakgroep Regeltechniek,
TU Delft

Geavanceerde teleoperators kunnen bijdragen aan de veiligheid van de mens en aan de winstmarge in alle delen van de nucleaire industrie, van mijnbouw tot reactorbedrijf, onderhoud, vernieuwing, reprocessing, decommisioning en ongevalmanagement. Het Teleman-programma richt zich op drie typen van teleoperators:

- o Verbeterde lichte mobiele machines welke kunnen worden ingezet voor het verzamelen van informatie, het overdragen van signalen, aandragen van alternatieve waarnemingspunten of het functioneren als extra hand.
- o Robuuste machines voor onderhoud, reparatie, post-accident interventie of decommissioning.
- o Verbeterde lange armen welke door nauwe mangaten binnen kunnen treden in een omsloten radio-actieve omgeving.

Binnen het Teleman-programma houdt het grijperonderzoek, project TM 18, zich bezig met de ontwikkeling van een stralingsongevoelige grijpermodule (prototype) voorzien van een intelligente kennisgestuurde regeling. Het onderzoek aan de grijper bevat aspecten als kinematica, dynamica, constructie, sensorkeuze, aandrijvingen, het plannen van grepen, computer architectuur en regeling. Het onderzoek aan grijpers kan ingedeeld worden in de volgende twee fundamenteel verschillende manieren van aanpak:

- o Een pragmatische ontwerp-

Analoog, digitaal of een hybride van beide?

Analoge signalen digitaal bestuurd

Hoewel in hedendaagse audioprodukten vrijwel alles draait om digitale technologie, zijn er in deze sector toch nog genoeg toepassingen waar analoge technieken zich veel makkelijker en vooral goedkoper laten implementeren. In dit artikel onderwerpen we het ontwerp van een professionele zichzelf kalibrerende derde-octaaf audio-equalizer aan een nadere beschouwing. Hoewel er mogelijkheden voor volledig digitale besturing zijn ingebouwd, beschikt de equalizer over een geheel analoog audio signaalpad. Er is dus sprake van een soort hybride schakeling, waarin digitale en analoge technologie zijn toegepast om de voordelen van elk zo goed mogelijk uit te buiten.

IR. P.J.L. McGEE
vakredacteur Design Automation

In de afgelopen jaren is het gebruik van digitale/analoge convertors (DAC's) in systemen die automatische processorgestuurde kalibratie vereisen, sterk toegenomen. Een en ander vloeit voort uit de mogelijkheid de DAC als een soort digitaal gestuurde potentiometer in te zetten. Verder neemt eveneens het gebruik van digitale signaalverwerkingstechnieken (DSP) in zowel consumenten als professionele audio-apparatuur toe. Digitalisering zorgt niet alleen voor een verbeterde geluidskwaliteit, maar weet ook diverse automatiseringsfuncties (via microprocessorbesturing) te realiseren, die bij analoge bewerking niet mogelijk zouden zijn. Een geheel uitgevoerde derde-octaaf equalizer met A/D-omzetting, digitale signaalbewerking en vervolgens weer D/A-omzetting om het bewerkte audiosignaal beschik-baar te krijgen, zou een zeer bruikbaar, maar zelfs naar de normen van vandaag een zeer duur gereedschap zijn.
Zoals gezegd de equalizer die we hier beschrijven voorziet in digitale besturingsmogelijkheden (met 8-bit DAC's als besturingselementen), maar bevat een geheel analoog audiosignaalpad. Hoewel de digitale besturing niet direct bijdraagt tot verbetering van de geluidskwaliteit, maakt ze het toch mogelijk om real time en onder microprocessorbesturing equalizerfuncties uit te voeren.

Automatische kalibratie

De audio equalizer is van het één-kanaalstype, met 32 derde-octaaf banden op standaard intervalafstanden. De conventionele schuifpotentiometers zijn vervangen door 8-bit DAC's om binnen elke afzonderlijke band over een volledig digitale wijze van versterking/verzwakking te kunnen beschikken. Een en ander is gecombineerd met een extra banddoorlaatfilter met een digitaal instelbare resonantiefrequentie (eigenlijk een spectrumanalyzer) om de frequentieresponsie van een luisterruimte te kunnen meten en automatisch de inverse responsie te kunnen creëren om de omgevingsinvloeden uit te schakelen. Andere responsies kan men handmatig in presetgeheugens invoeren. Desgewenst kan men ook rekenkundige bewerkingen op een opgeslagen responsie loslaten.
Een blokdiagram van het equalizerbesturingscircuit is weergegeven in figuur 1. Zoals gebruikelijk in professionele toepassingen, is de equalizer geschakeld tussen de voorversterker en de eindversterker van het systeem. Als referentie voor een 'vlakke' frequentieresponsie gebruikt men roze ruis ('pink noise'), omdat deze over een constant vermogen beschikt binnen elke octaafbrede band. Witte ruis ('white noise') is ongeschikt voor correlatie in een op octaafbanden gebaseerd systeem, omdat deze een vermogenstoename van +3 dB per octaaf introduceert. De pink noise wordt geïnjecteerd in de vermogensversterker, waarna de speakers het signaal over de ruimte verspreiden. Een zeer goede microfoon op de gewen-

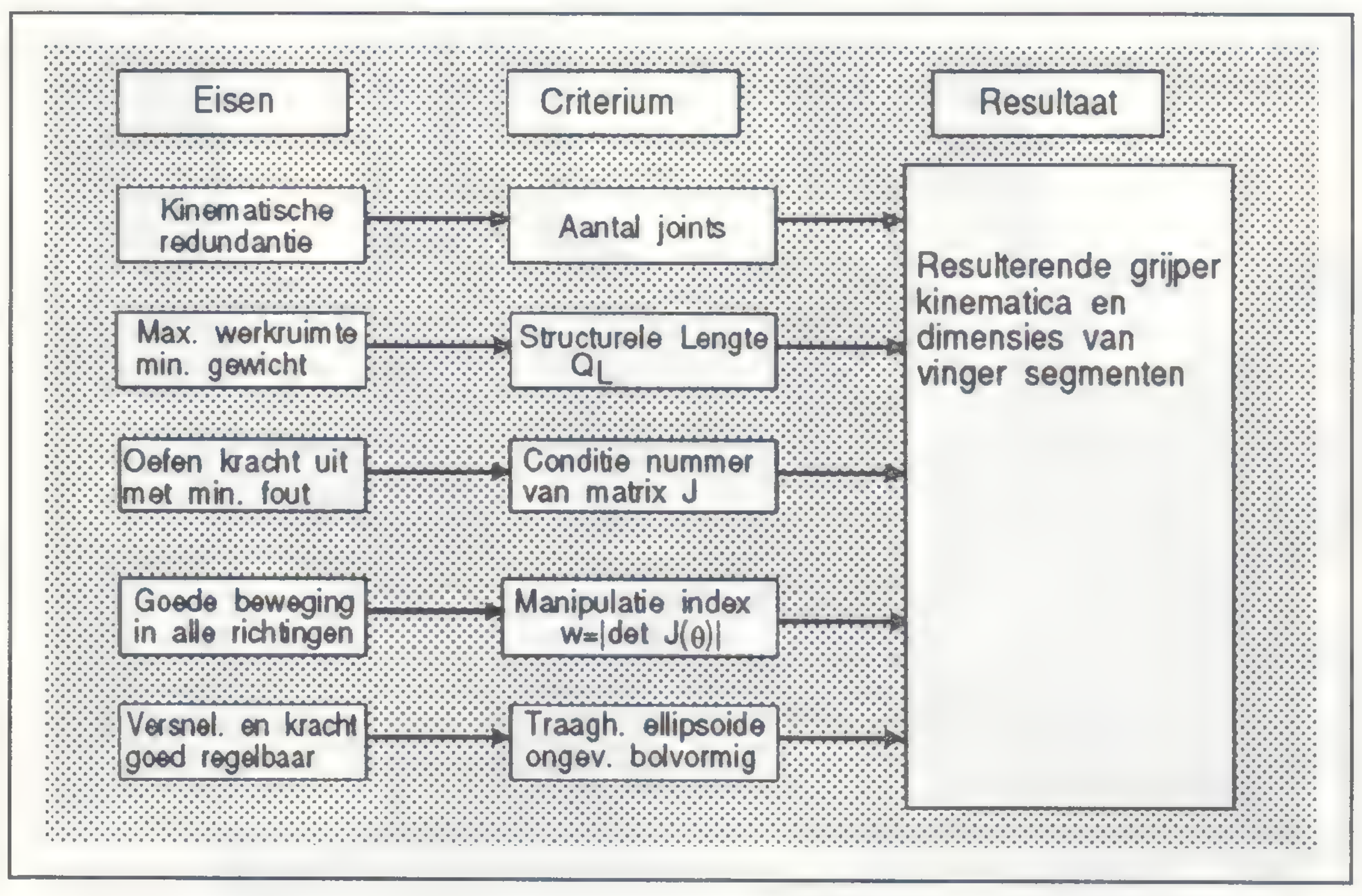


Fig. 3.
Samenvatting van constructie weegfactoren.

grepen mogelijk. Bewerkingstaken maken een actieve palm noodzakelijk. Bij zowel positie- als krachtmetingen is gekozen voor inductieve Lineair-Variabele Differentiaal Transformer sensoren waarbij de data-acquisitie elektronica op afstand kan worden geplaatst terwijl een hoge nauwkeurigheid behouden blijft. Dit type sensoren is met succes getest op stralingsgevoeligheid. Hetzelfde geldt voor resolvers. Als naderingssensoren worden optische fibers gebruikt. Voor de aandrijving van de vingerkootjes worden hydraulische cilinders gebruikt terwijl voor de aandrijving van de andere assen pancake motoren in combinatie met harmonische overbrengingen worden toegepast.

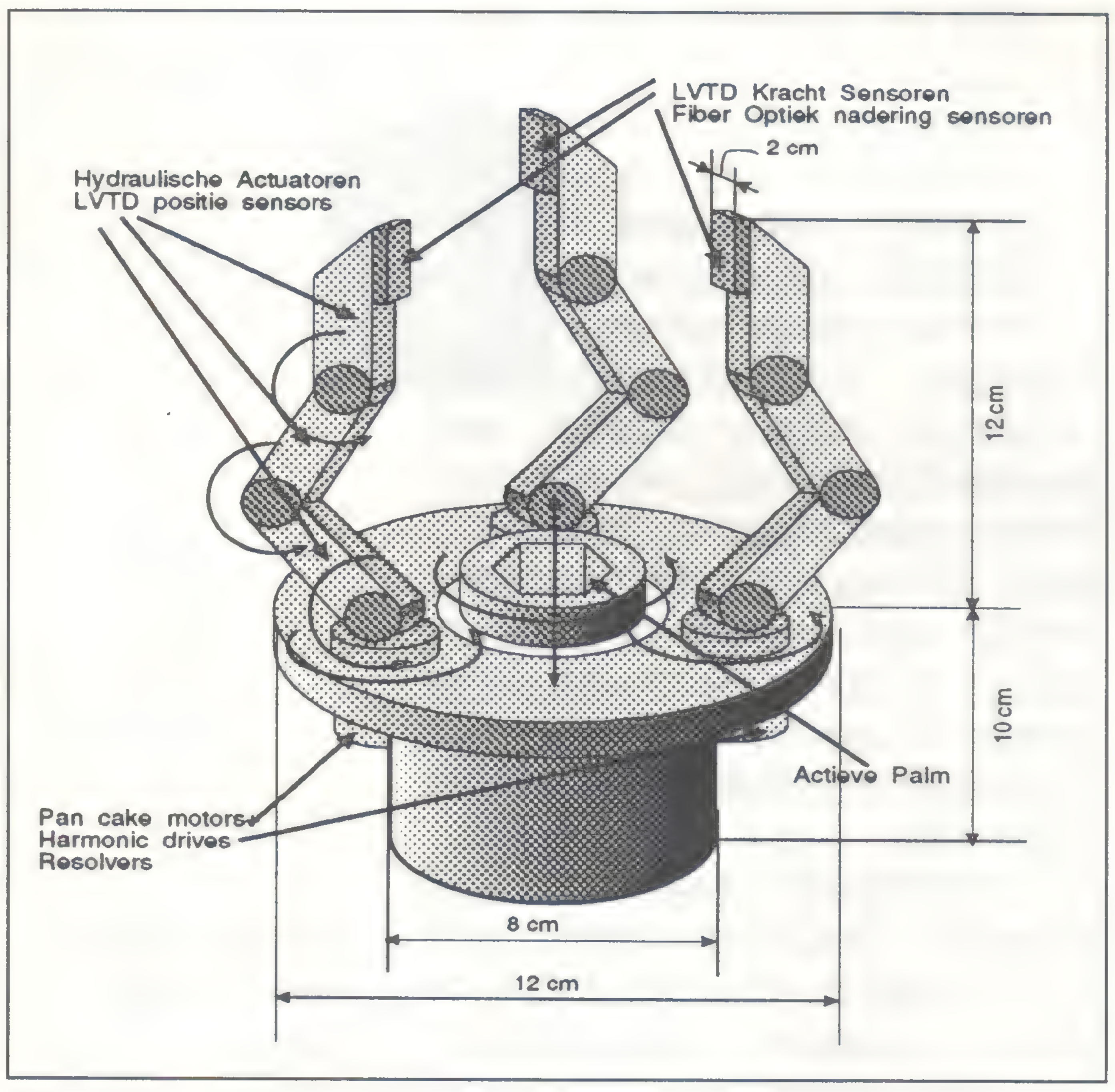


Fig. 4.
Voorgestelde grijperconfiguratie.

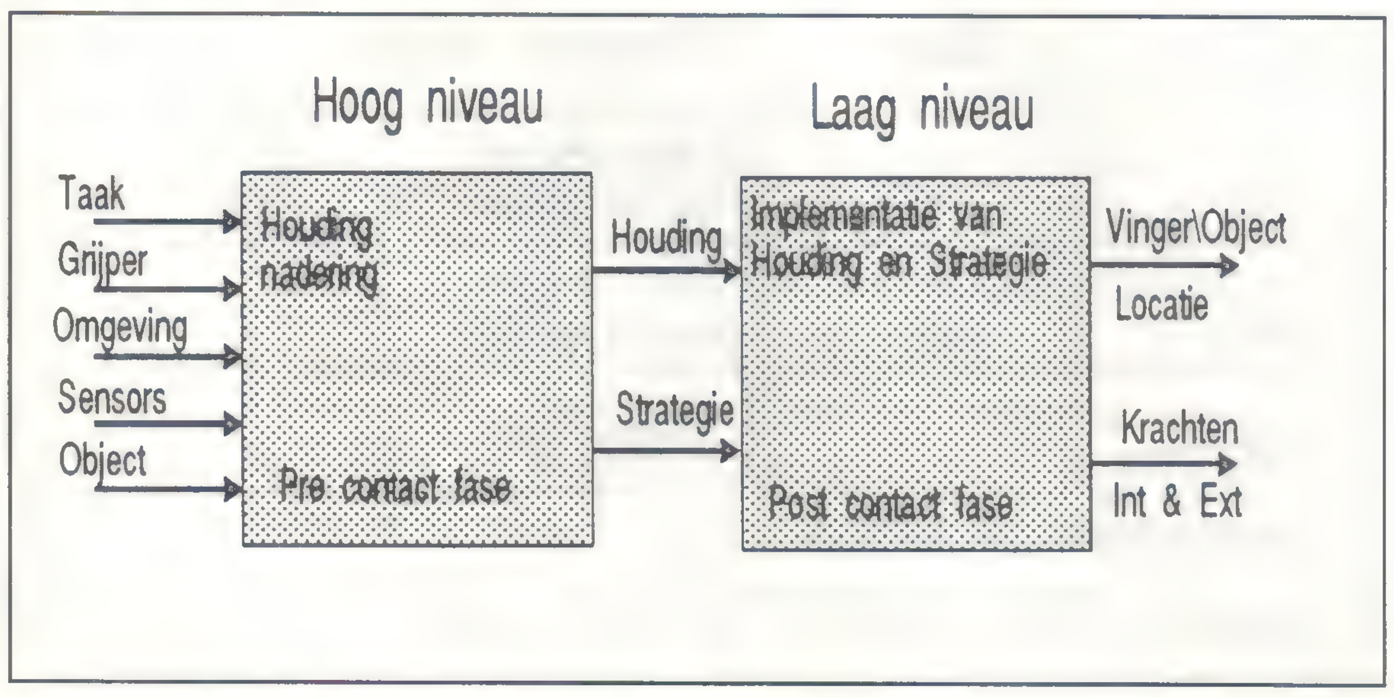


Fig. 5.
Grepenplanning.

Ontwerpcriteria

Grijper-ontwerpcriteria kunnen worden ingedeeld in structurele en parametrische criteria. Tot de structurele criteria behoren:

- Kinematische redundantie, de mogelijkheid om de interne configuratie van de grijper te wijzigen zonder de lokatie van de vingertoppen in contact met het gegrepen object te wijzigen. Er zijn tenminste drie joints per vinger nodig om dit te bereiken.
- Werkruimte-attributen, zoals de lengtesom ***L***, gedefinieerd als som van de lengte van de vingers plus die van de actieve palm. De structurele lengte-index van een vinger ***QL*** is gedefinieerd als de ratio van grijperlengte en de somderdemachtswortel uit de werkruimte.

$$Q_L = \frac{L}{\sqrt[3]{W}} \quad (1)$$

  Met ***W*** het grijper-werkruimtevolume. Het antropomorfe vingertype is hier een goede keuze.
- Het conditienummer van de vinger Jacobiaan kan worden gebruik als maat om aan te geven hoe ver een vingerstand verwijderd is van een singulier punt. Punten in de werkruimte waar het conditienummer gelijk is aan 1, worden isotrope punten genoemd. Rond deze punten, als zij bestaan, kan de grijper krachten uitoefenen met minimale fout.

Tot de parametrische indices behoren:

- Manipuleerbaarheid in het snelheidsdomein, het gemak waarmee de lokatie van een vingertop kan worden veranderd. Door Yoshikawa (1985) is een quantitatieve grootheid, de scalar ***w***, voorgesteld als maat voor manipuleerbaarheid.

$$\omega = |\det J(\theta)| \quad (2)$$

  Met J(θ) de Jacobiaan.
  De beste stand is een situatie waar ***w*** maximaal wordt.
- Een maat gebaseerd op versnellingen of krachten welke kunnen worden uitgeoefend is behendigheid. De eigenwaarden van de Cartesische massamatrix zijn een behendigheidsmaat welke de traagheid karakteriseert met betrekking tot versnellingen in de Cartesische ruimte. Een grafische representatie is de traagheidsellipsoïde.
  Bolvormige traagheidsellipsoïden karakteriseren goede lokaties in de werkruimte.

Figuur 3 vat de eisen en criteria nog eens samen. Figuur 4 illustreert de voorgestelde grijperconfiguratie. De vingertoppen worden voorzien van een elastisch materiaal waardoor "zachte" vingertoppen ontstaan. Zachte vingertoppen hebben een hoge wrijvingscoëfficiënt, waardoor een minder krachtige greep nodig is en in sommige gevallen er minder kans op schade bestaat en de greep stabieler is. Een nadeel vergeleken met harde contacten is dat de zachte greep onnauwkeuriger is.

Krachtenverdeling

De kracht uitgeoefend door een vinger kan worden verdeeld in een knijpkracht en een manipulatiekracht. De knijp- of interne kracht is noodzakelijk om slip of het verbreken van contact tegen te gaan en is dus van fundamenteel belang. De manipulatiekracht is de kracht door het gegrepen object uitgeoefend op de omgeving. De resulterende kracht van alle krachten welke op een voorwerp inwerken is:

$$F_o = HF_h \quad (3)$$

De oplossing van de vingerkracht ***Fh*** is niet uniek in dit geval omdat deze kan worden gesplitst in een knijpkracht ***Fgh*** en een manipulatiekracht ***Fmh***. Een concept voor het definiëren van manipulatie- en knijpkrachten vanuit een fysisch standpunt wordt gegeven door Yoshikawa and Nagai (1991). Vingers zijn slechts in staat enkel richting drukkrachten uit te oefenen. Voor een tweevingerige grijper geldt dus: $f1 \geq 0$ en $f2 \leq 0$. In formulevorm wordt de manipulatiekracht daarom gedefinieerd als:

$$\begin{bmatrix} f_{m1} \\ f_{m2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k \\ -1\,(1-k) \end{bmatrix} |f_1 + f_2| \quad (4)$$

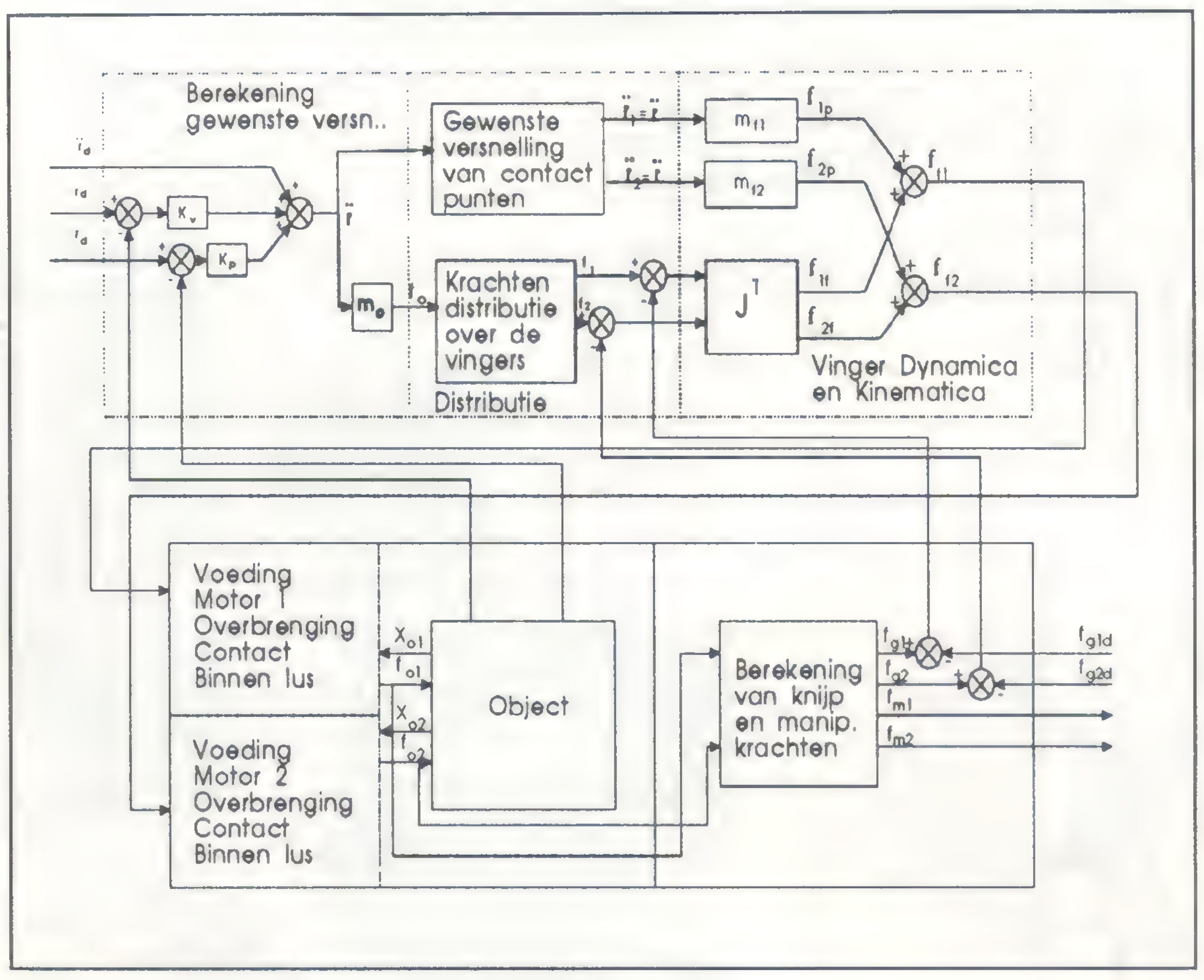


Fig. 6.
Twee-vingerregelschema.

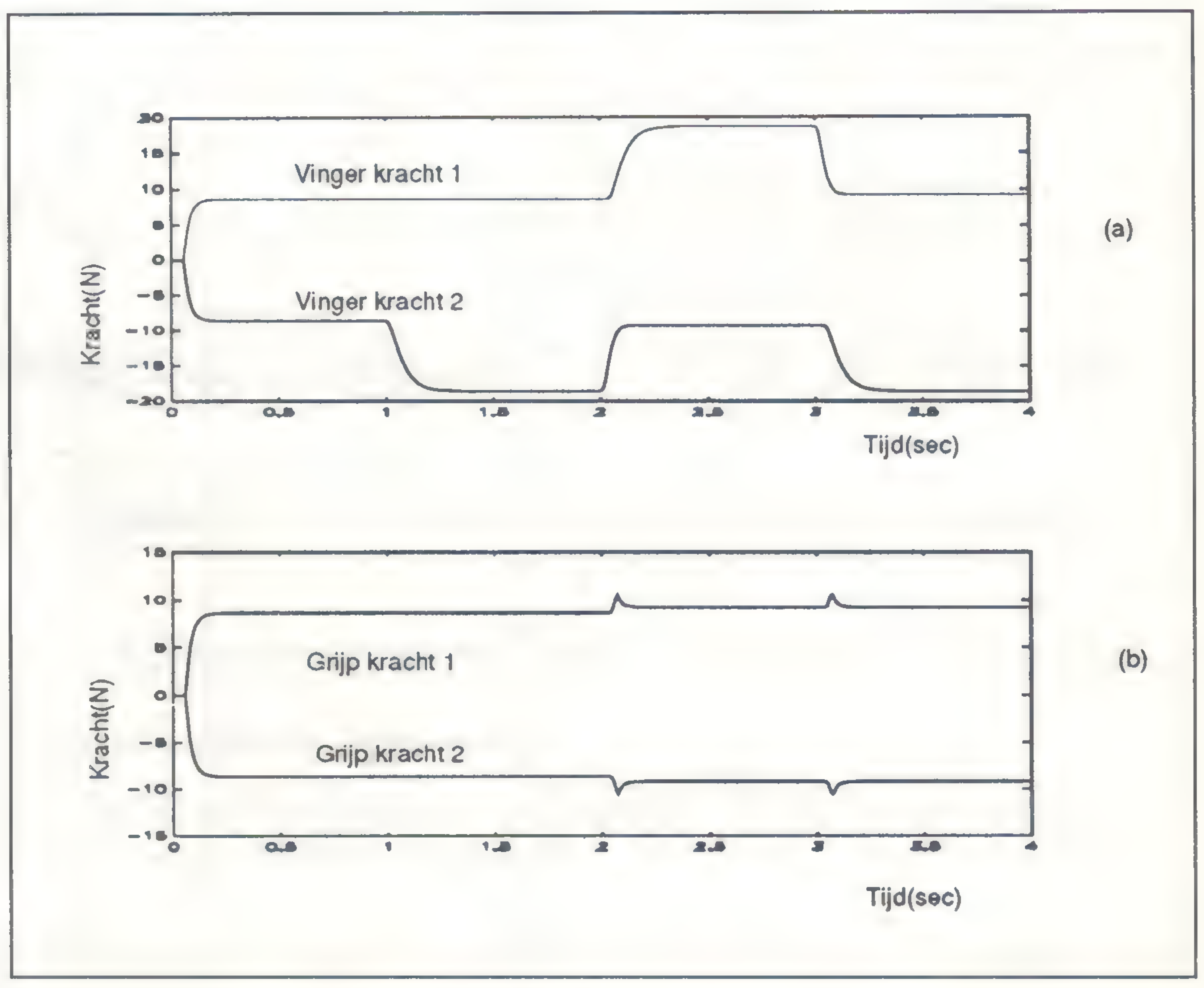


Fig. 8.
Simulatie van de inwerking van een externe kracht.

De knijpkracht is gedefinieerd in combinatie met de manipulatiekracht zodat de individuele elementen van ***Fg*** enkelrichtingsdrukkrachten zijn. In formulevorm:

$$\begin{bmatrix} f_{g1} \\ f_{g2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} \min \quad (5)$$

$$(|f_1|, |f_2|)$$

In het voorgaande neemt ***k*** de waarde 1 aan als ***f1*** + ***f2*** ≥ 0 en de waarde 0 als ***f1*** + ***f2*** < 0.

Plannen van grepen

Figuur 5 laat het verband zien van het plannen van grepen op hoog en op laag niveau. De hoog-niveau-grepenplanner genereert de houding van de hand en de wijze waarop een te grijpen voorwerp zal worden benaderd, dat is dus de fase van de greep voordat contact met het te grijpen voorwerp tot stand is gekomen. Belangrijke vragen die dienen te worden opgelost, zijn onder andere:

- o Wat is een goede greep?
- o Hoe veel vingers van welke contactsoort zijn er nodig?
- o Waar dienen de contactpunten geplaatst te worden?
- o Hoe sterk moet de knijpkracht zijn?
- o Hoe wordt een bepaalde beweging van een object in de grijper bereikt?

Laag - niveau - greepplanning houdt zich bezig met de post-contactfase van een greep en is betrokken bij:

- o Regeling van de lokatie van de vingers op het object.
- o Regeling van de beweging van het object zonder de vingercontactpunten te wijzigen.
- o Regeling van de uitgeoefende krachten.
- o Implementatie van een positie-krachtregeling.

Grijperregeling

Op het eerste gezicht lijkt de regeling van vingers en grijper op het regelen van miniatuur robots. Er is echter een belangrijk verschil: de verhouding robotgewicht-belastinggewicht. Deze verhouding is 100:1 bij gewone robots en 1:1 bij grijpers. Als dit gegeven wordt gebruikt bij het ontwerpen van de regeling, dan dient dynamica in de beschouwingen te worden betrokken en is krachtregeling in alle richtingen vereist. Een hybride regeling voldoet dan minder. De oplossing voor het regelen van het gegrepen object wordt geïnitialiseerd door het object te beschouwen als een massa ***Mo*** verbonden aan een veer met stijfheid ***K*** en onderworpen aan een frictie ***B***. De wrijvingskracht is evenredig met de snelheid ***X***. De bewegingsvergelijking luidt:

$$M_o\ddot{X}+B\dot{X}+KX=O \quad (6)$$

Gegeven een gewenste baan van het object wordt op ieder gewenst moment een resulterende kracht gevonden van:

$$F=F_o+M_o\{\ddot{X}_d+K_v(\dot{X}_d-\dot{X}) +K_p(X_d-X)\} \quad (7)$$

en een objectbewegingsvergelijking van:

$$(\ddot{X}_d+\ddot{X}_d) + K'_v(\dot{X}_d-\dot{X}) + K'_p(X_d-X) = O \quad (8)$$

Kv' en ***Kp'*** zijn constante matrixen. Voor het genereren van de gewenste vingerkracht is een statisch evenwicht nodig. Dynamisch evenwicht zorgt ervoor dat de vingertoppen contact bewaren met het object zonder het contactpunt te wijzigen. Dus de regelaar moet zowel statisch als dynamisch evenwicht bewaren. De kracht ***fip***, voor de i-de vinger is nodig om de versnelling ***ri*** op te wekken ten einde een dynamisch evenwicht te bewaren. Teneinde de gewenste kracht ***fi*** op het object uit te oefenen is de statische kracht ***fif*** nodig. Met:

$$f_{if}=J_i^T f_i \quad (9)$$

De totale vingerkracht uitgeoefend door de i-de vinger is:

$$f_i=f_{if}+f_{ip} \quad (10)$$

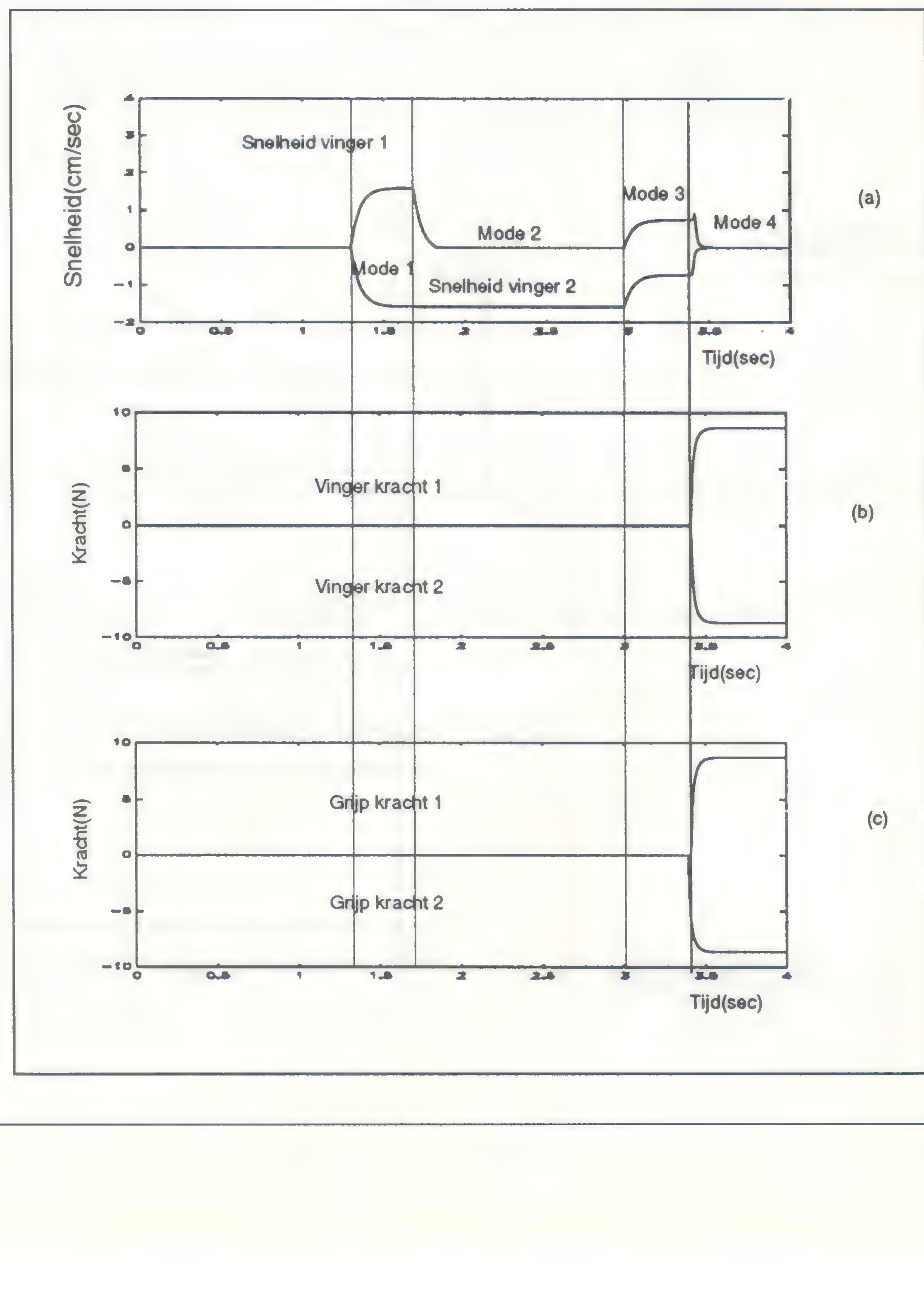


Fig. 7.
Simulatie van het in contact komen met een object.

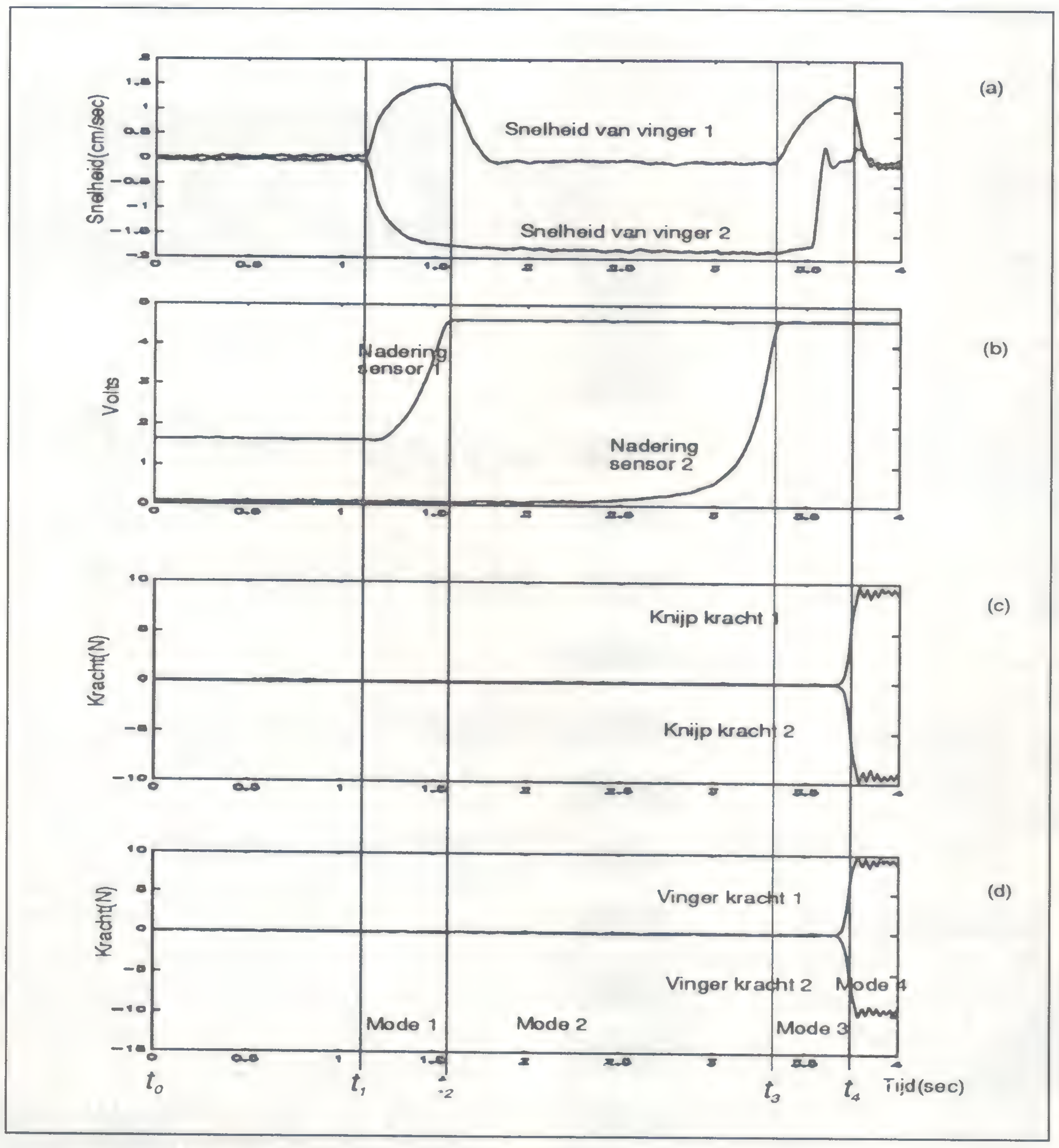


Fig. 9.
Experiment van het in contact komen met een object.

Verificatie

Het voorgestelde regelalgoritme is geverifieerd met behulp van simulaties en experimenten. De experimenten werden uitgevoerd met een tweevingerige grijper voorzien van onafhankelijk regelbare vingers. Iedere vinger is voorzien van een positie-, kracht-, snelheid- en naderingssensor. Als de regeling nog wordt uitgebreid met een knijpkrachtregeling ontstaat het schema van figuur 6.

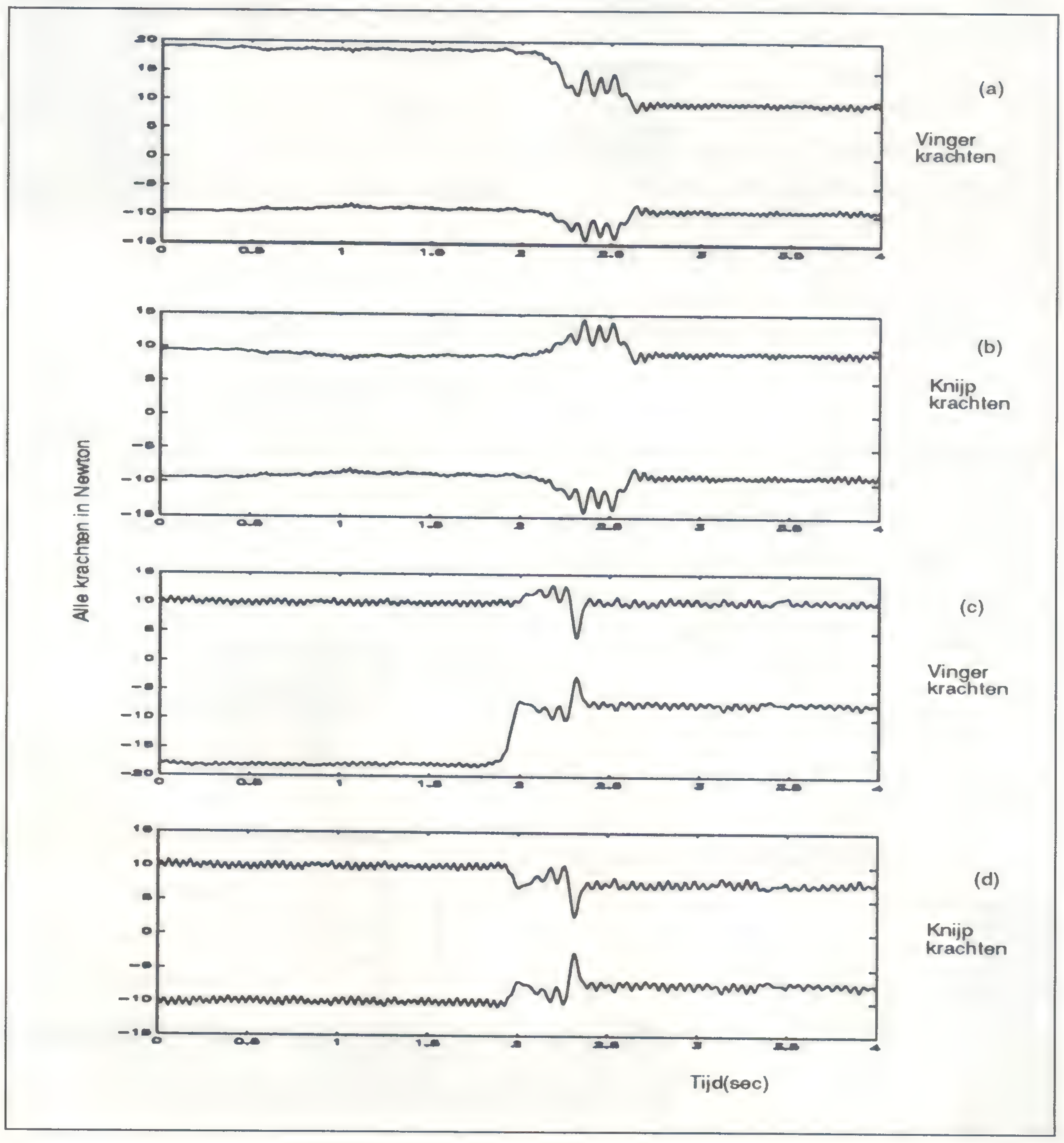


Fig. 10.
Experiment: de inwerking van een externe kracht.

Simulatieresultaten

Figuur 7 toont de resultaten van een simulatie. Op $t1$ (t=1,3 s) beginnen beide vingers richting object te bewegen, mode 1. Mode 2 start als de naderingssensor van vingertop 1 het object detecteert, vinger 1 stopt met bewegen, vinger 2 beweegt door. Mode 3 start als beide naderingssensoren het object detecteren waarna de vingers op lagere snelheid het object naderen. In mode 4 maken beide vingers contact met het object en gaat de regeling over op de gekoppelde positie-krachtregeling. Figuur 8a illustreert het vingerkrachtgedrag terwijl er een variabele externe kracht wordt uitgeoefend op het gegrepen object. De gewenste knijpkracht is ≈10 N. Beide vingerkrachten zijn oorspronkelijk ≈|10N|.

Experimentele resultaten

De figuren 9 en 10 tonen de responsies van het experiment. Figuur 10a laat zien dat oorspronkelijk een externe kracht van 10 N aanwezig is: ***ff1*** = 10 N en ***ff2*** = 20 N. Op t = 2 s wordt de externe kracht 0 N. Waarna ***ff1*** = 10 N en ***ff2*** = 10 N blijven tot het einde van de responsie. Figuur 10b laat zien dat de gewenste knijpkracht ongeveer 10 N blijft gedurende de getoonde responsie. Figure 10c laat een zelfde responsie zien waarbij oorspronkelijk ***fext*** = -10 N, ***ff1*** = 20 N en ***ff2*** = 10 N. Vergelijking van simulatie en experiment bevestigen de juiste werking van het ontwikkelde algoritme.

Referenties

o Asada, H. (1984); ***Dynamic analysis and design of robot manipulators using inertia ellipsoids***; Proc. of the 1984 IEEE Int. Conf. on Robotics, Atlanta, USA.

o Decreton, M., V. Massaut, F. du Mortier 1988; ***Electromagnetic and optical proximity sensors for in vessel handling unit control***; IAEA Technical Comittee Meeting on Robots and Remote Maintenance Concepts for Fusion Machines, Karlsruhe, Germany, 1-33.

o Craig, J.J. (1989); ***Introduction to Robotics mechanics and control 2nd edition***; Addison Wesley.

o Nakamura, Y. (1991); ***Advanced robotics: Redundancy and Optimization***, USA: Addison Wesley.

o Salisbury, J.K. (1980); ***Active stiffness control of a manipulator in Cartesian coordinates***; Proc. of the 19th IEEE Int. Conf. on Decision and Control, 95-100.

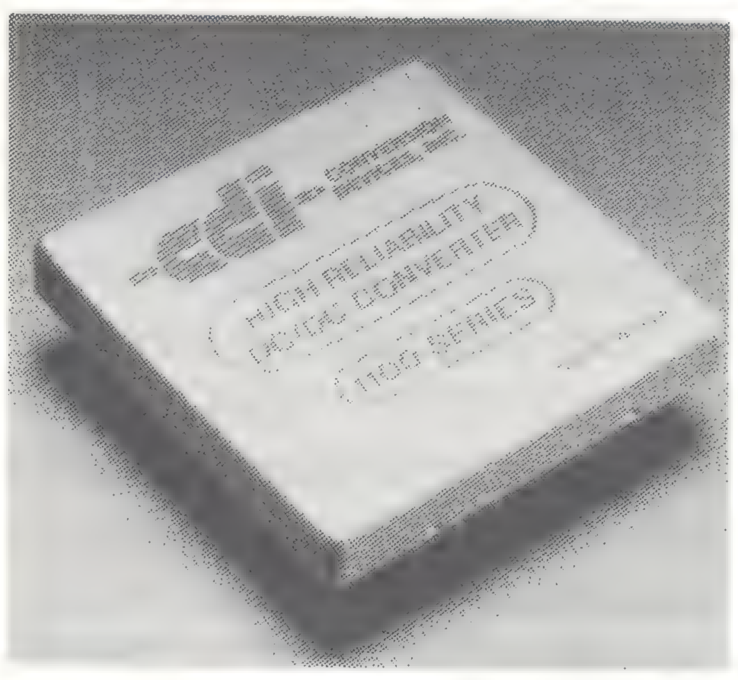
o Yoshikawa, T. (1985); ***Manipulability of robotic mechanisms***; The Int. J. of Robotics Research, Vol. 4, No. 2, 3-9.

o Yoshikawa, T. and K. Nagai (1988); ***Evaluation and determination of grasping forces for multi-fingered hands***; Proc. of the 1988 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 245-248.

DC/DC converters

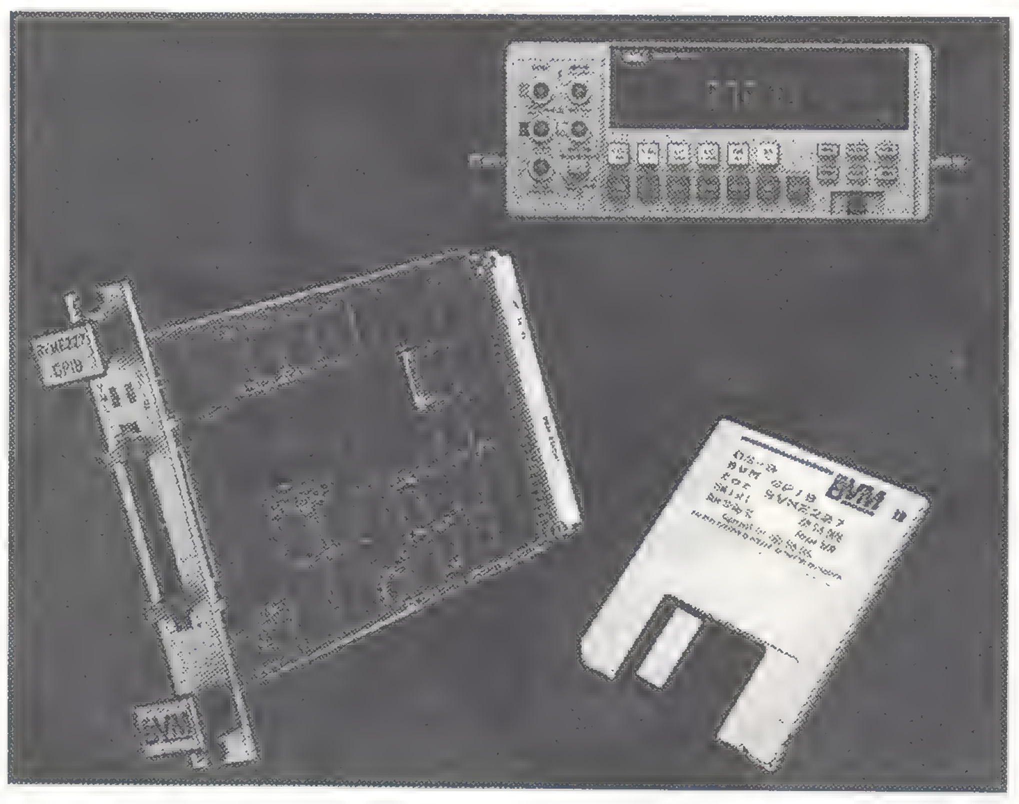
Nieuw zijn twee DC/DC converters in een behuizing van 7,6 mm hoog. De serie 1100 levert 8 watt uitgangsvermogen in een 51 x 51 mm behuizing. Er is keuze uit 24 modellen die functioneren in een 2:1 ingangsbereik van 9-18, 18-36 of 36-72 V en die voorzien in enkele, dubbele of drievoudige uitgang in combinaties van 5, 12, ± 12 en ± 15 V. De serie 1800, bestaande uit acht modellen, levert 16 watt in dezelfde uitgangsconfiguraties vanuit een ingangsbereik van 16 tot 50 V. Deze converters zijn verpakt in een 76 x 66 mm behuizing. De metalen behuizingen zorgen voor een stralingsgedrag volgens VDE 0871 B en een gegarandeerde werking binnen het temperatuurbereik van -55 tot +85°C zonder derating. Berekend volgens MIL HDBK 217E bedraagt de MTBF meer dan 250.000 uur (+25°C). Alle converters worden geproduceerd volgens MIL-STD-202 en MIL-STD-810 omgevingscondities terwijl een intensieve cyclische burn-in-procedure van 72 uur onderdeel van het produktieproces uitmaakt. De converters zijn geschikt voor gebruik in kritische toepassingen, zoals proces- en machinebesturingen, medisch, tele- en datacommunicatie, automotive en security.

Voor informatie: Klaasing Electronics B.V., Oosterhout, tel.: (01620)-81600
[MV017]



GPIB VMEbus-interface

De BVME227 is een 3HE VMEbus GPIB interface, bedoeld voor communicatie met (meet)-instrumenten of als snelle



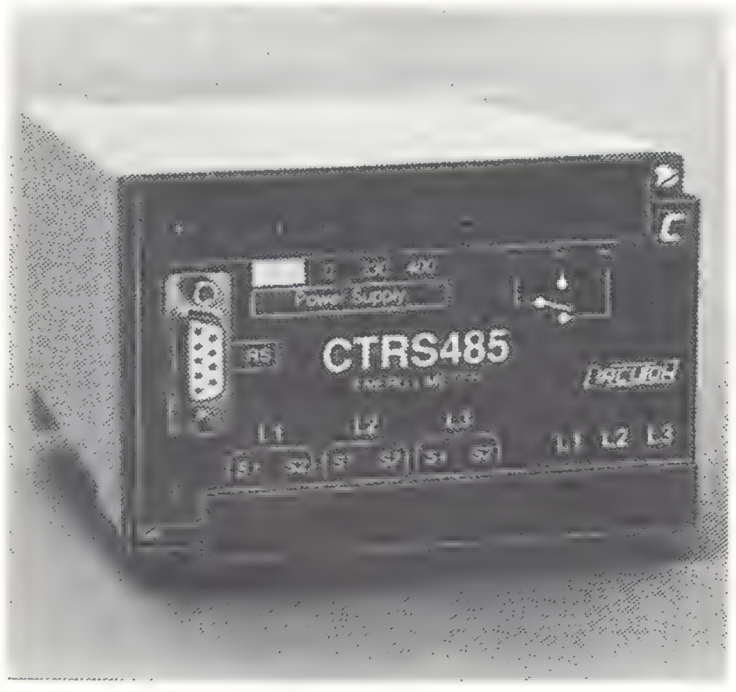
verbinding tussen computersystemen onderling. De kaart beschikt over buscontrollerfuncties en kan als talker/listener ingezet worden. De industriestandaard TMS9914A GPIB controller is voorzien van additionele logica om de IEEE-488.2 uitbreiding volledig te ondersteunen. Een DMA controller optimaliseert data-overdracht en ontlast de centrale CPU. Een maximale data-overdracht van 50 kB/s is haalbaar. Het hart van het ontwerp wordt gevormd door een 256 kB dual ported DMA buffer waarin de systeem CPU grote datablokken kan plaatsen die onder DMA naar de GPIB controller worden overgebracht. De totale buffer is gesplitst in twee delen voor te verzenden respectievelijk te ontvangen data. De twee buffers kunnen gelijktijdig door GPIB controller en VMEbus worden aangesproken. De toegangstijd bedraagt in het slechtste geval 300 ns. Gezien het grote aantal functies binnen IEEE-488-norm wordt de inzetbaarheid van een GPIB-interface in hoge mate bepaald door beschikbare software. Daarom wordt de BVME227 ondersteund door OS9 device drivers en een pakket van utilities en C-bindings.

Voor informatie: Snijder Micro Systems, Deurne, tel.: (04930)-10725.
[MV018]

3-fasen analyzer

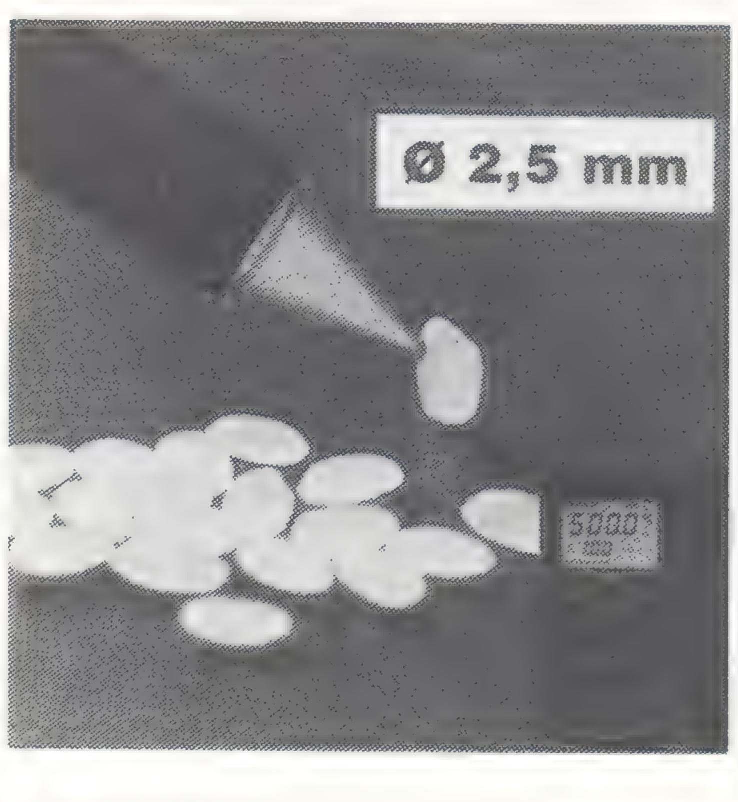
De CTRS-485 is een 3-fasen meter voor stationaire opstelling. De CTRS heeft een RS-485 interface, waardoor de gemeten waarden zelfs tot op 1200 m opvraagbaar zijn. De bijgeleverde converter zet het signaal om in een RS-232 signaal dat direct op de compoort van de PC wordt aangesloten. Per compoort kunnen 32 CTRS-units worden aangesloten. Via de PC kunnen per fase de momentele spanning (true RMS), stroom (-true RMS), werkelijk vermogen, blind vermogen (zowel inductief als capacitief) en cos ϕ worden opgeroepen. Daarnaast worden alle verbruikte vermogens in interne tellers opgeslagen. Als de externe voeding uitvalt, blijven door de ingebouwde batterij alle tellerwaarden maximaal 90 dagen behouden. De unit is voorzien van een externe relaisuitgang die per kWh een instelbaar aantal pulsen geeft.

Voor informatie: Schauten Instruments B.V., Rijswijk-Zuid, tel.: (070)-3900500.
[MV019]



Contactloos temperatuurmeten

De THI500 handmeter kan contactloos temperatuur meten met een meetvlak van 2,5 mm. Het is mogelijk te meten aan kleine voorwerpen zoals elektrische/elektronische componenten, proefreacties, foliën etc. Ook verwarmde matrijzen hebben geen 'verborgen hoekjes' meer voor de handmeter THI 500. Het meetbereik



is -50...500°C. Met netadapter en analoge uitgang kan er ook gedurende langere tijd geregistreerd worden.

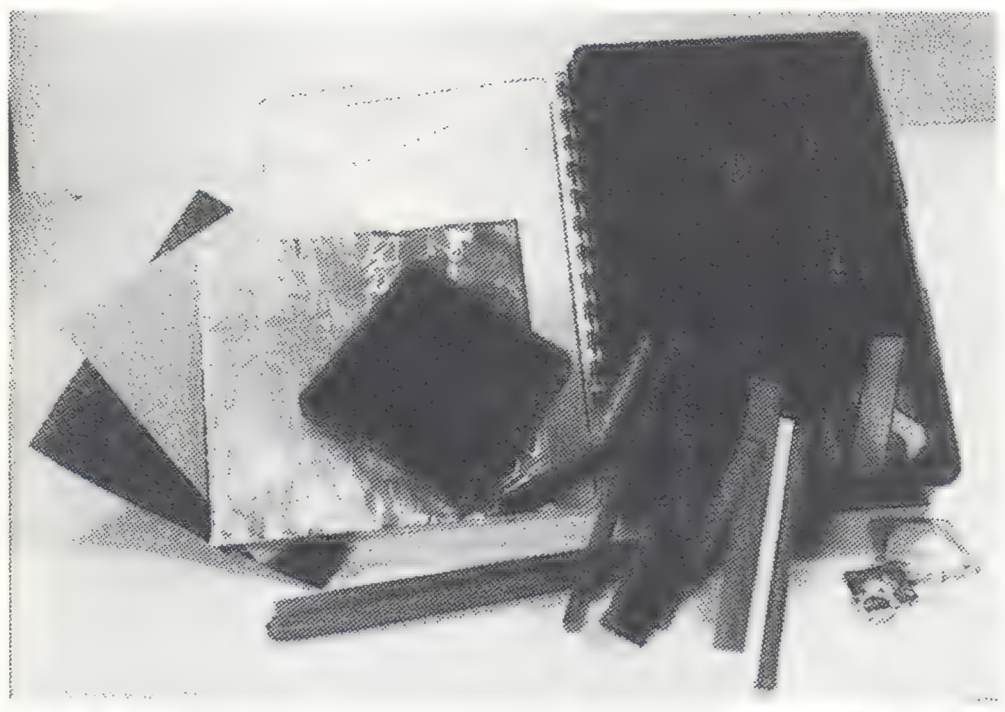
Voor informatie: Testoterm B.V., Almere, tel.: (036)-5338900.
[MV020]



Mini-lijnstroomrelais

Het Mini-Lijnstroomrelais (MLR) meet 22 x 10 x 10 mm en kan een belasting van 10 watt verwerken bij een stabiele contactweerstand van minder dan 150 milliohm. De isolatie tussen contact en spoel bedraagt 4000 V_{dc}. Een ander relaistype met een isolatiewaarde van 2000 V_{dc} kan lijnstroomsterkten tussen 15 en 120 mA detecteren. Om aan de zwaarste telecommunicatie-eisen te kunnen voldoen is het MLR voorzien van een spoelweerstand van 10 ohm en kan het worden gebruikt binnen een temperatuurbereik van -20°C tot +85°C. Dit relais werd speciaal ontworpen voor telecommunicatietoepassingen. Het registreert bezettoestanden zonder de lijn te belasten.

Voor informatie: Claudio Iacovella, Tongeren (België), tel.: (09) 32 12 233311.
[MV022]



EMC-afschermingen

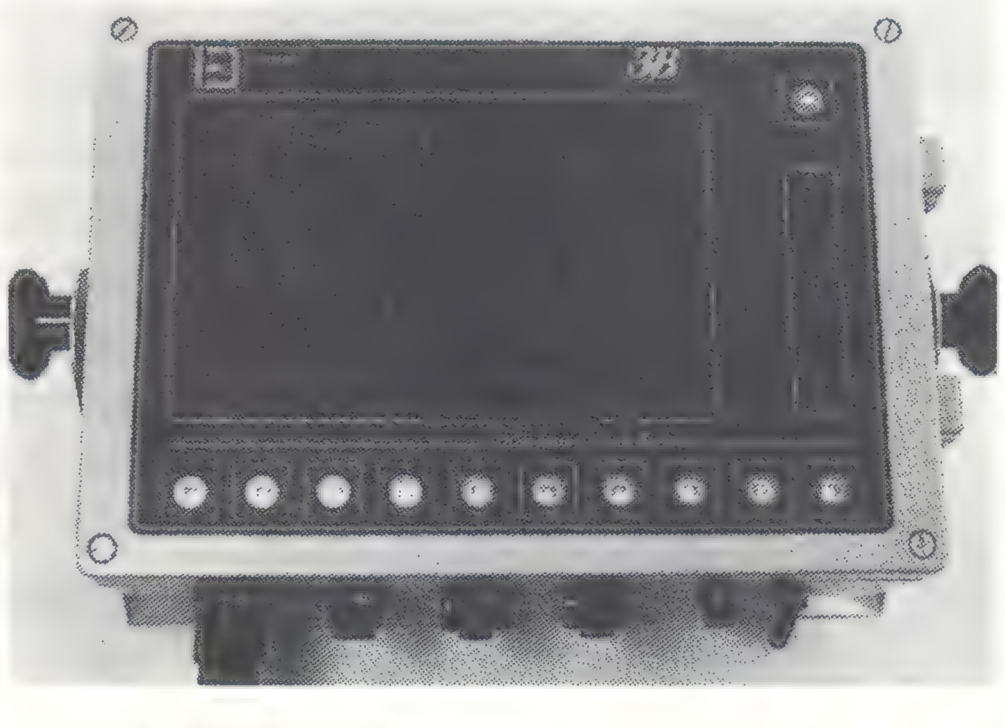
Of het nu gaat om hoog-frequent straling af te schermen of om te voldoen aan de strenge V.D.E.-, Mil-, Cispr- of F.C.C.-eisen: elektronica die in Europa wordt verkocht, dient een dergelijk keurmerk te hebben. Bovendien gelden ook regels van het ijkwezen of medische-, militaire- en veiligheidseisen. Om snel en handig te onderzoeken is een experimenteerkist samengesteld met alle mogelijke afschermmaterialen: afschermingen in plaat en strip, geleidend rubber, glas, lijm, zelfklevende kopertape, contactvingers. Voor het afschermen van kunststoffen is er een handige spuitbus met elektrisch geleidende coating of geleidend kunststof granulaat. Alle materialen zijn gemerkt en de specificatie is opgenomen in een uitgebreid handboek EMC. Het geheel is verpakt in een stevige sorteringskist.

Voor informatie: Holland Shielding Systems B.V., Dordrecht, tel.: (078)-131366.

[MV021]

Truckterminal

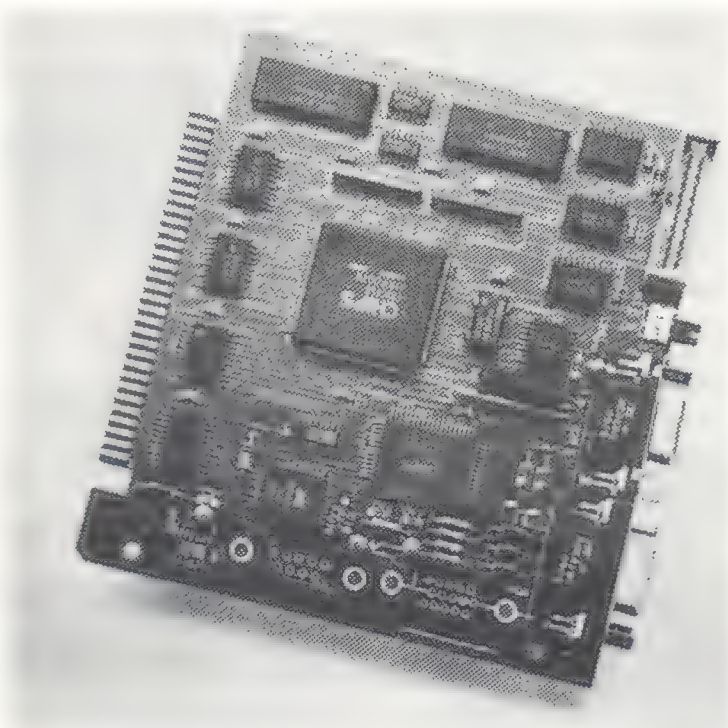
De EUMOT 3 industriële PC is onder andere als Radio Frequency truckterminal te gebruiken. Deze PC is geschikt voor zowel stand-alone en on-line gebruik als voor draadloze communicatie met een computer / host-systeem. Hij kan worden gebruikt in 'zware' industriële omgevingen voor onder andere kranen, vorkheftrucks, andere transportmiddelen en bemande posten waar data opslag- en/of communicatie gewenst zijn. De EUMOT 3 is uitgevoerd met een groot en helder Electro Luminicent Display (ELD) van 25 lijnen x 80 karakters en heeft voor de gebruiker 11 programmeerbare toetsen ter beschikking. Zowel het display als de toetsen zijn verlicht. Eventueel kan gebruik gemaakt worden van een extern toetsenbord. Een drietal LED's geeft de status van de radiocommunicatie aan. Een RS232 poort en een parallelpoort staan ter beschikking voor de aansluiting van barcodelezers, transponderlezers of lijstprintertjes. De terminalbehuizing bestaat uit een aluminium doos van circa 3 mm dikte, is volledig IP65 uitgevoerd en kan met behulp van een dragerbeugel overal stevig worden gemonteerd. De voedingsspanning is 12 volt en de afmetingen zijn 330 x 230 x 100 cm. Een data radio zend/ontvanger van het type TFM 4200 kan worden ingebouwd, evenals het EURAD radiomodem. De EURAD is een universeel systeem voor datatransmissie via radioterminals en is in staat een willekeurig type terminal (of portable handterminal) aan een willekeurige ontvanger te koppelen. De radio-apparatuur is HDTP goedgekeurd en maakt gebruik van een speciaal communicatie protocol (EX25) en codering om voor een 100% veilige transmissie te zorgen. Afhankelijk van de plaats en het type antenne is het zendbereik maximaal 20 kilometer. Standaard kunnen op 1 frequentie 40 draadloze aansluitingen worden gerealiseerd. Het hart van de EUMOT 3 bestaat uit een XT compatibel PC-board met een V40 (80C86) processor en een snelheid van 10 MHz. Standaard is een interne diskdrive ingebouwd die voor applicatie-ontwikkeling wordt gebruikt. Eveneens standaard is een E-disk waarin zowel DOS als de applicatie in E-prom worden opgeslagen. Het RAM-geheugen is 640 kB groot en het totale geheugen van de E-disk is uitbreidbaar in een combinatie van E-prom en RAM tot maximaal 8 MB. De DOS-omgeving maakt het mogelijk de terminal te programmeren in iedere gewenste programmeertaal.



Voor informatie: 3B Engineering B.V., Rotterdam, tel.: (010)-4626377.

[MV023]

Industriële VGA-kaart



Octagon introduceert een VGA-kaart voor industriële toepassingen, die bestand is tegen extreme temperaturen en een breed scala flatpanels en buismonitoren ondersteunt. De half-formaat 5410 VGA-kaart (114 x 124 mm) werkt met laagspannings-CMOS-techniek en functioneert bij omgevingstemperaturen tussen -25°C en +85°C. De kaart is volledig IBM VGA-, EGA en CGA-compatibel en ondersteunt ook LCD-, plasma- en elektro-luminiscente paneelschermen. Er wordt utility software bijgeleverd om het op de kaart gemonteerde BIOS te programmeren voor de verschillende ondersteunde schermen. De 5410 maakt resoluties van 640 x 200, 640 x 30, 640 x 400 en 640 x 480 pixels mogelijk. Op monochrome paneelschermen kunnen tot 64 grijstinten worden weergegeven.

Voor informatie: Mulder-Hardenberg B.V., Haarlem, tel.: (023)-319184.

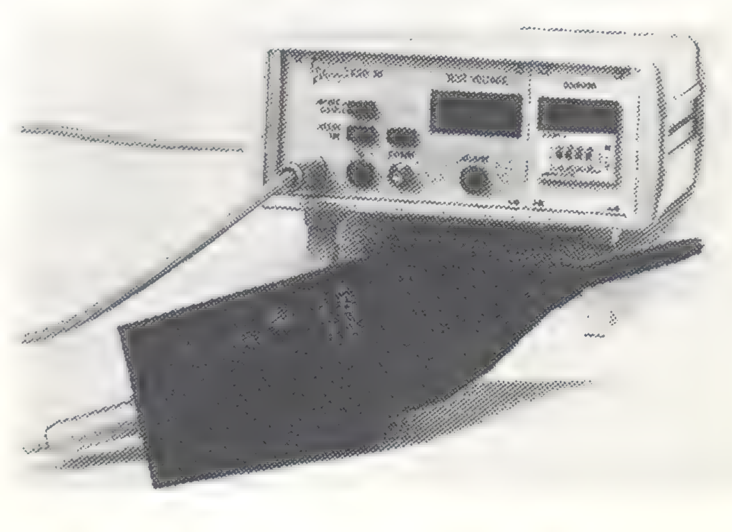
[MV024]

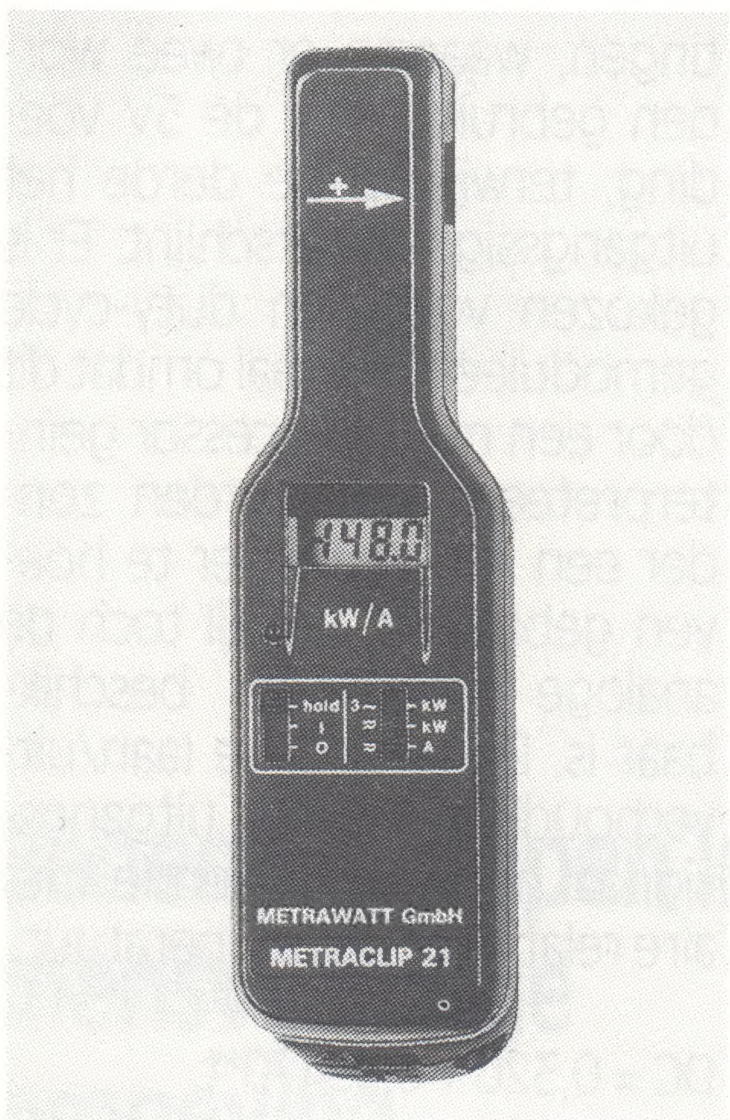
ESD simulator

De ESD 30 is toepasbaar bij problemen die samenhangen met het testen tijdens de ontwerpfase en de produktie van diverse elektrische en elektronische produkten op elektrostatische ontladingen. De ESD 30 garandeert dat steeds ontladingen met dezelfde vorm en amplitude opgewekt kunnen worden om resultaten te verkrijgen die representatief en reproduceerbaar zijn. Door de modulaire opbouw van het apparaat test de ESD 30 volgens de meest belangrijke normen zoals IEC 801-2 voor industriële elektronica, ECMA TC 20, VG 95377 en de ISO-norm voor voertuigelektronica. De ontlaadkarakteristiek en tip van de ESD 30 kan men wijzigen door de modulaire opbouw. Het is mogelijk dat men een eigen standaard definieert en de ontlaadkop daarop laat aanpassen. De ESD 30 is uitgerust met een luchtontlaadkop tot 18 kV, de contactontlaadkop tot 8 kV wordt los meegeleverd. Tevens is een ontlaadkop leverbaar die tot 30 kV kan genereren. Instelbaar zijn onder andere de amplitude van de tipspanning, ontlaadfrequentie en polariteit, maar ook kan het maximale aantal contactontladingen worden ingesteld van 1 tot 9999 per keer. De ESD 30 is onge-voelig voor de invloed van de testpersoon zelf. De ESD 30 wordt met volledige en uitgebreide kalibratierapporten per ontlaadmodule geleverd waarop precies de ontlaadpuls te zien is. Zo weet de gebruiker exact wat men doet en of het apparaat aan de norm voldoet. De fabrikant heeft een eigen kalibratiefaciliteit. Ook voor andere normen, zoals de gehele IEC-801-reeks, is een compleet programma aan test- en meetapparatuur leverbaar.

Voor informatie: Coimex EMC techniek, Hattem, tel.: (05206)-41214.

[MV027]





Metraclip

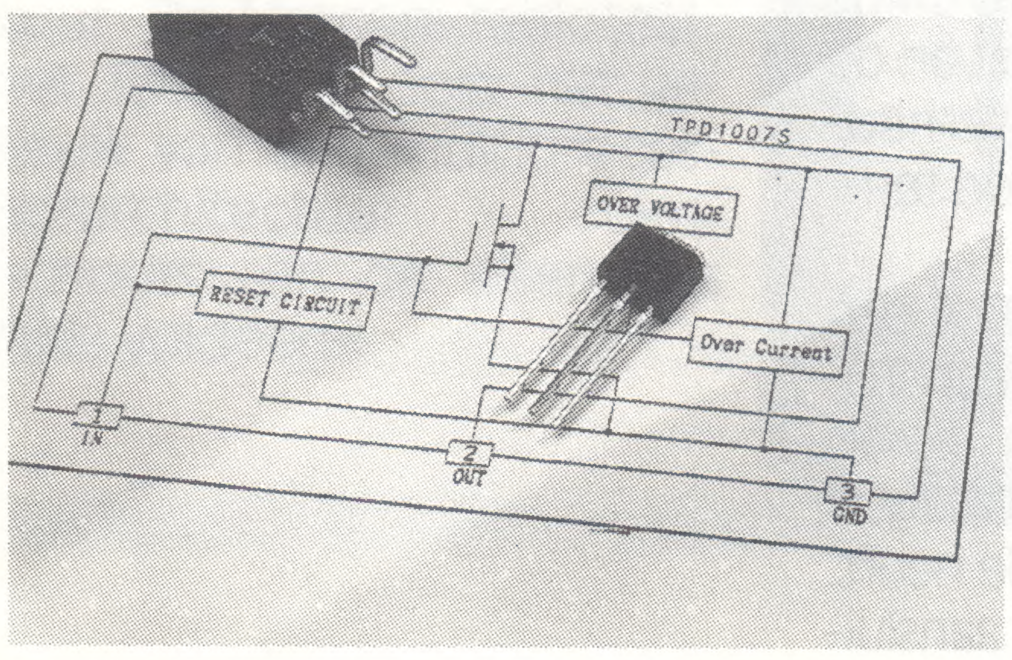
Onder de merknaam 'Metraclip' introduceert Metrawatt twee nieuwe meettangen voor stroom- en vermogensmetingen. De kleine afmetingen (46 x 175 x 11 mm) en de bekopening maken metingen mogelijk in compacte verdeelinrichtingen. Beide modellen zijn uitgevoerd met een goed afleesbaar LCD-display en meten de echte effectieve waarden (TRMS). De Metraclip 20 meet stromen tot 200 A met een resolutie van 0,1 A. De Metraclip 21 is, naast de stroommeting, voorzien van vermogensmetingen in AC/DC netten. De meetbereiken zijn maximaal 20 kW respectievelijk 20 kVAr.

Voor informatie: ABB, Capelle a/d IJssel, tel.: (010)-2582250.
[MV025]

Intelligente vermogens-schakelaar

De intelligente vermogensschakelaars (IPD) van Toshiba worden veel toegepast in elektronica voor de auto-industrie en bij multiplex bedradingssystemen. Deze tegen kortsluiting beschermde componenten bevatten een temperatuurbeveiliging, die vernieling door te hoge vermogens verhindert. Daartoe wordt de power-MOSFET bij het overschrijden van een bepaalde sperstroom door interne logische functies uitgeschakeld. In de schakeling bevindt zich een stroomversterker inclusief compensatienetwerk, die een bijna verliesarme stroomdetectie garandeert. De MOSFET wordt uitgeschakeld zodra de spanning een bepaalde waarde overschrijdt. Daarom bepaalt de aftastweerstand bij welke drempelwaarde de stroombegrenzer inkomt. Bijzondere toepassing: speciale low-side drivers (foto) als de TPD1007S zijn zeer geschikt voor het aansturen van verlichting.

Voor informatie: REIN Elektronik B.V., Eindhoven, tel.: (040)-431775.
[MV026]

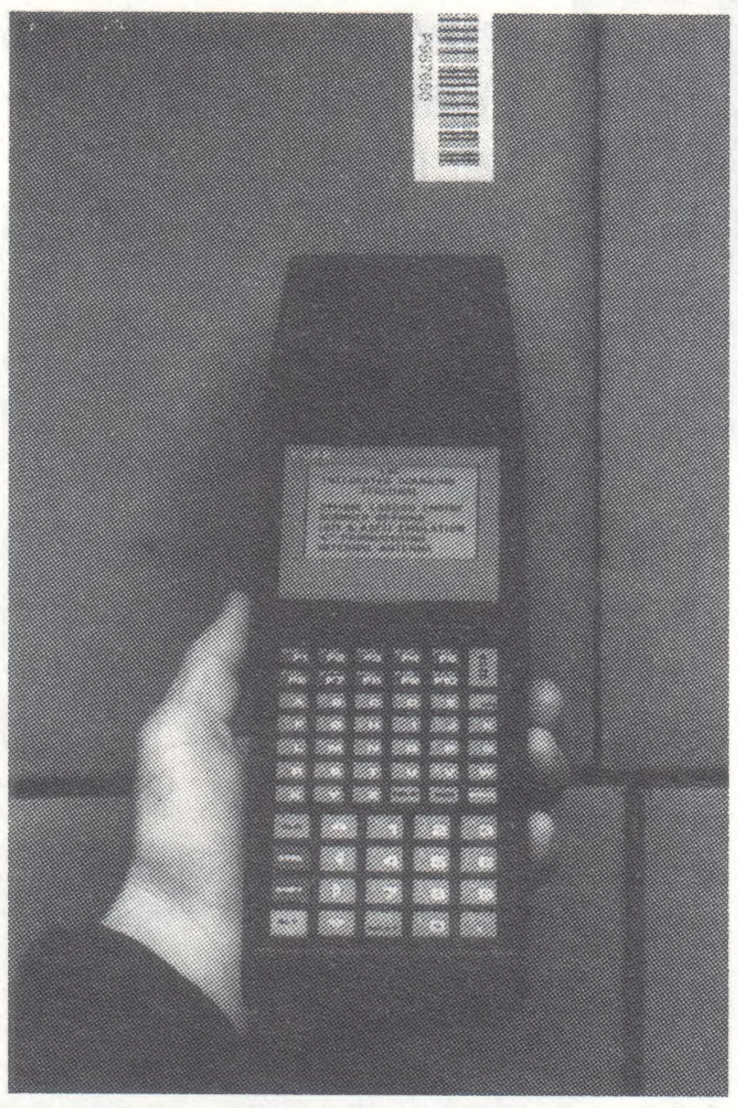


Draadloze terminal

Dankzij de verwisselbare scanmodules, zoals Standard, Long Range en Advanced Long Range (scanrange tot twee meter) komt deze geïntegreerde dataterminal met scankop tegemoet aan alle wensen van barcodegebruikers. Met behulp van de ingebouwde antenne communiceert de nieuwe 2285 IST (Integrated Scanning Terminal) via radiofrequenties. De LXE 2285 IST is een dataterminal met een display met 160 karakters, modulaire scanner en een 61 karakters gevoelig keyboard, alle geïntegreerd in een lichtgewicht, compacte radio frequency unit. Om de communicatie met de hostcomputers te vergemakkelijken, bezit deze terminal zowel een IBM 3270 of 5250 emulatie als een ANSI emulatie voor TCP/IP compatibiliteit.

Evenals de andere LXE-terminals kan de 2285 draadloos communiceren met een snelheid van 4800 baud en is toepasbaar binnen een radio-gekoppeld netwerk met andere LXE-terminals.

Voor informatie: Combitrading Holland B.V., Utrecht, tel.: (030)-445744.
[MV028]



Industrieel Werkstation

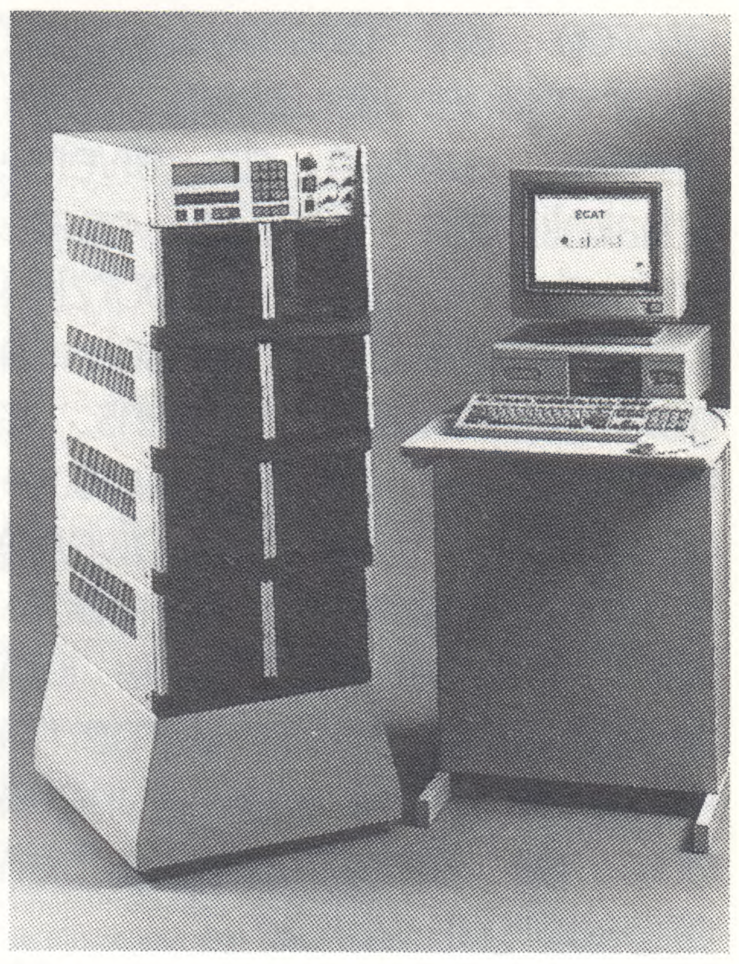
Dit nieuwe model is een voor paneelmontage geschikt werkstation met een industriële 14-inch monitor. 8-slots op een passief backplane en resoluties van 640 x 480 tot 1024 x 768 (non-interlaced) zijn de basismogelijkheden. Een waterdicht openklapbaar paneeltje aan de voorzijde geeft toegang tot de floppydrive, een keyboardpoort en een optionele communicatiepoort. Het werkstation is een NEMA 4/12 (IP65) uitvoering ofwel water- en stofdicht en is bestand tegen extreme temperaturen, schokken en vibraties. Dit AT-compatibel werkstation bestaat uit een autonome slide-in computermodule, die toegankelijk is via de achterzijde voor eenvoudig onderhoud en kaartuitbreiding. Het chassis heeft een industriële autoranging voeding, 80 MB harddisk en een 3,5" floppy (1,44 MB). De standaard configuratie heeft een 386SX-20 MHz processor met 1 MB RAM. Optioneel: 386DX-33 MHz, 486DX 2/66 MHz en tot 32 MB RAM. Het 7U hoge model heeft 10 functietoetsen en het 9U hoge model 20. Beide modellen zijn voorzien van een 33-key toetsenpaneel.

Voor informatie: Intevision B.V., Badhoevedorp, tel.: (020)-6593579.
[MV029]

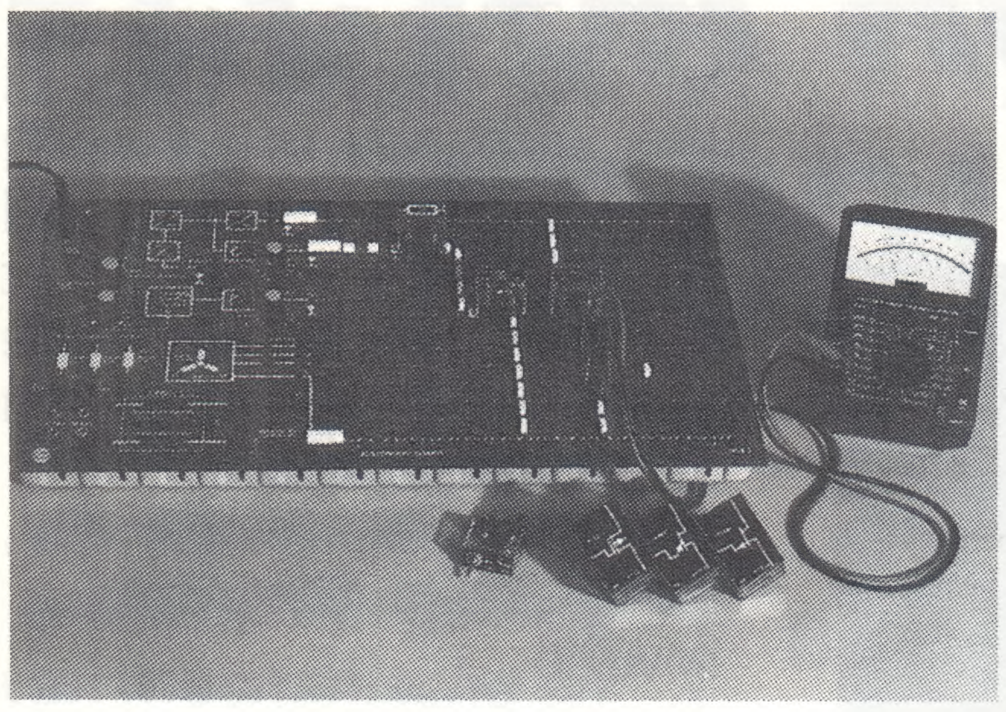


Pulssimulatie-systeem

Het ECAT (Expert Computer-Aided Testing) systeem is het eerste volledig modulaire systeem waarmee alle pulsimmuniteits- en netvervuilingstesten kunnen worden uitgevoerd. Omdat alle testen, zoals IEC 801.4, 801.5, IEC 77B (Secr.97) en ESD (IEC 801.2) in één systeem zijn ondergebracht, is het mogelijk apparatuur op alle aspecten van pulsed EMI te testen, zonder dat de meetopstelling omgebouwd hoeft te worden. De IEC 77B beschrijft PQF (Power Quality Factor) testen. Het ECAT systeem kan volledig naar eigen wens worden opgebouwd.



Voor informatie: COMTEST Instrumentation, Zoeterwoude, tel.: (071)-417531.
[MV031]



Trainingssysteem voor elektronica

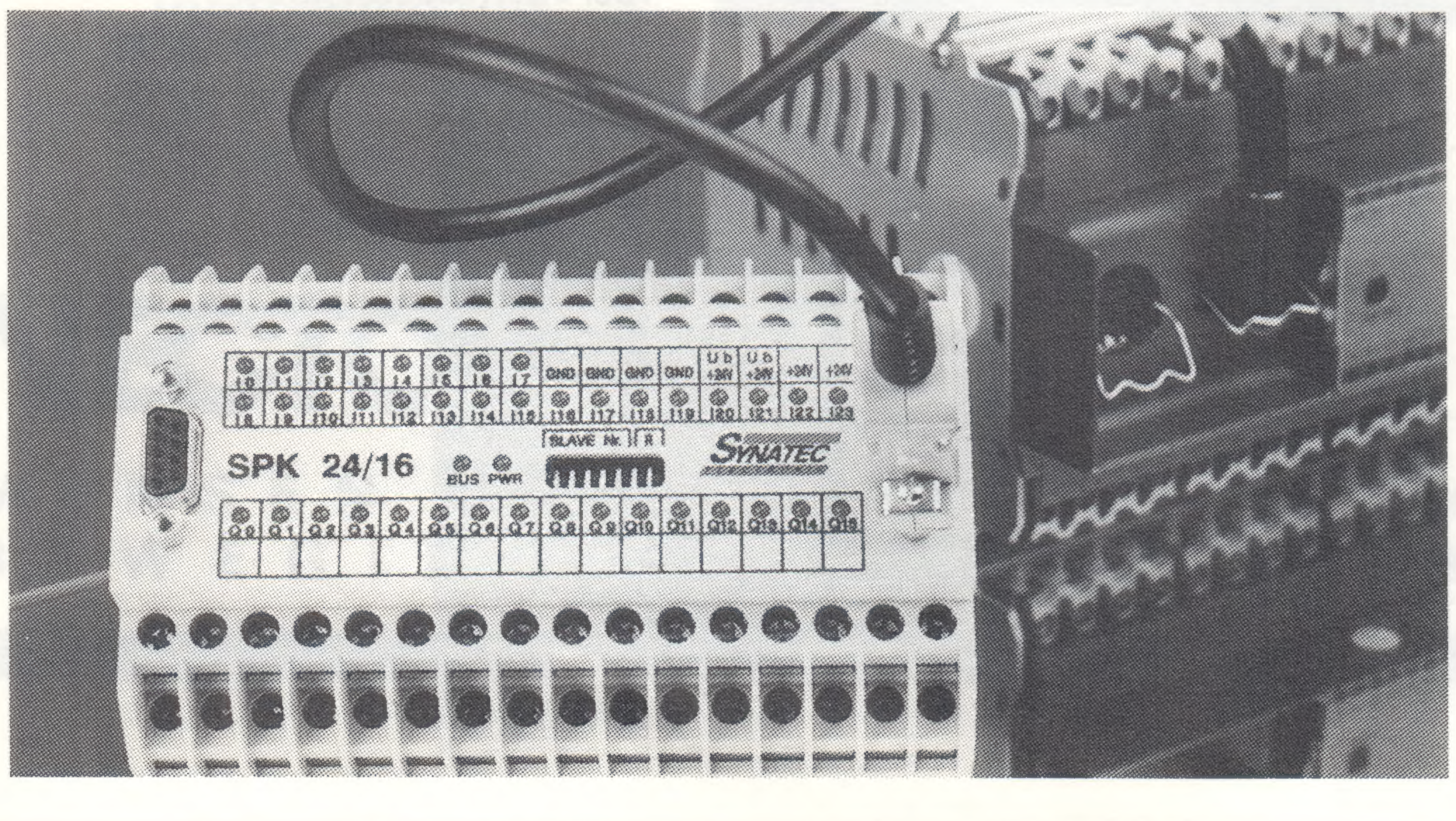
Het elektronicabord 1018.1 biedt een universeel trainingssysteem voor gelijk-, wissel- en draaistroom, karakteristieken van diodes en transistoren, versterkerschakelingen, modulatoren en demodulatoren. Door middel van steekcomponenten kunnen de diverse schakelingen worden opgebouwd. Het bord is voorzien van de benodigde wissel- en gelijkspanningen. Tevens is het voorzien van een functiegenerator. Voor de diverse technieken zijn vier handboeken leverbaar. Optioneel kan het bord ingebouwd worden in een draagkoffer. Hierin kunnen ook de steekcomponenten opgeborgen worden.

Voor informatie: Vogel's Industrial, Eindhoven, tel.: (040)-415547.
[MV039]

Decentrale I/O-blokken

Het communicatieprotocol van de decentrale blokken werkt volgens 'Suconet Feldbus'. Dit is hardwarematig gerealiseerd via RS-485. Maximaal 31 aansluitingen over een lengte van 600 meter worden mogelijk. De communicatiesnelheid ligt op 167,5 kilobaud. Deze uitbreidingsblokken zijn leverbaar vanaf 16 ingangen in combinatie met acht uitgangen. Ook leverbaar zijn een tekstdisplay en toetsen-bord met 24 toetsen en LED's. De maximale belastbaarheid van de uitgangen bedraagt 2 A. De elektronica is ondergebracht in een behuizing die direct op een DIN-rail geplaatst kan worden. Synatec levert zelf een intelligent bedienpaneel dat gebruik maakt van het 'Suconet' protocol. De hier geïntegreerde PLC kan op deze manier voorzien worden van digitale I/O.

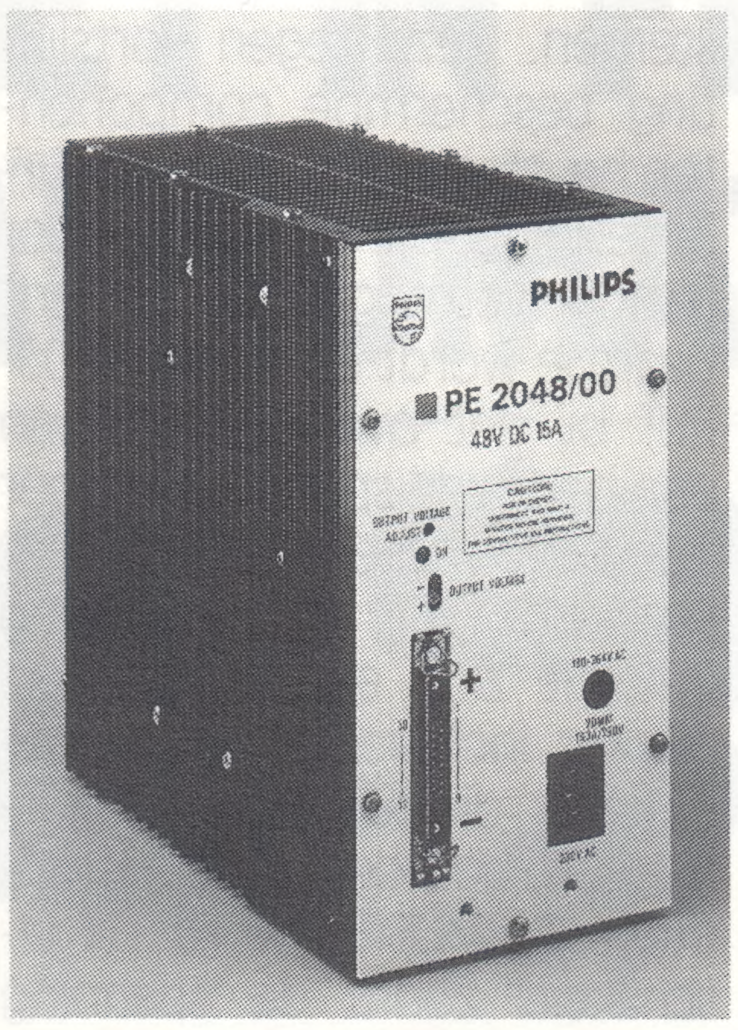
Voor informatie: Synatec Electronic, Eindhoven, tel.: (040)-435921.
[MV040]



Gelijkrichter voor PABX-toepassingen

Philips brengt een gelijkrichter van 15 A uit die bestemd is voor het voeden van telefooncentrale-apparatuur, PBX - PABX-systemen en voor mobiele communicatie, al of niet voorzien van batterijvoeding. Het gaat daarbij om een 230 V-schakelvoeding met een arbeidsfactor van 0,98 (conform IEC555). De gelijkrichter wordt geleverd in de vorm van zeer compacte modulen die parallel kunnen worden geschakeld en waarvan er drie in een 19inch-rek kunnen worden ondergebracht. De modulen zijn echter ook voor stand-alone toepassingen bruikbaar. Voor de koeling kunnen ze volstaan met natuurlijke convectie. In de PE 2048 wordt een step-up converter als preconditioner gebruikt. De grote betrouwbaarheid is vooral te danken aan een in de voorwaartse richting geschakelde 100 kHz converter met een dubbele transistor waarin vermogens-MOSFET's zijn toegepast. De modules zijn ontworpen voor stroom-sharing, zodat ze niet buitenproportioneel worden belast en ze een lange levensduur hebben. Ook is het mogelijk een reksysteem te voorzien van redundante modules. Het rendement van de PE 2048 is hoger dan 90%. De modules zijn beschermd tegen overspanning en kunnen op afstand aan en uit worden geschakeld. Hun veiligheid voldoet aan IEC950, terwijl de ingebouwde filters beantwoorden aan VDE0878, niveau B.

Voor informatie: Philips Nederland, Eindhoven, tel.: (040)-782792.
[MV041]



Temperatuur-sensor met digitale uitgang

Smartec heeft een temperatuursensor ontwikkeld die direct op een microprocessor kan worden aangesloten. De sensor levert een TTL/CMOS compatibel signaal, waarvan de duty-cycle (aan/uit-verhouding) afhankelijk is van de temperatuur.
De SMARTEC SMT160-30 is een temperatuursensor in een TO-92 of TO-18 behuizing die als uitgangssignaal een blokgolf met variabele duty-cycle heeft. De sensor heeft drie aansluitingen, waarvan er twee worden gebruikt voor de 5V voeding, terwijl op de derde het uitgangssignaal verschijnt. Er is gekozen voor een duty-cycle gemoduleerd signaal omdat dit door een microprocessor geïnterpreteerd kan worden zonder een A/D-omzetter te hoeven gebruiken, terwijl toch de analoge informatie beschikbaar is. De duty-cycle (aan/uit-verhouding) van het uitgangssignaal heeft de volgende lineaire relatie tot de temperatuur:

$$DC = 0{,}320 + 0{,}00470{*}t$$

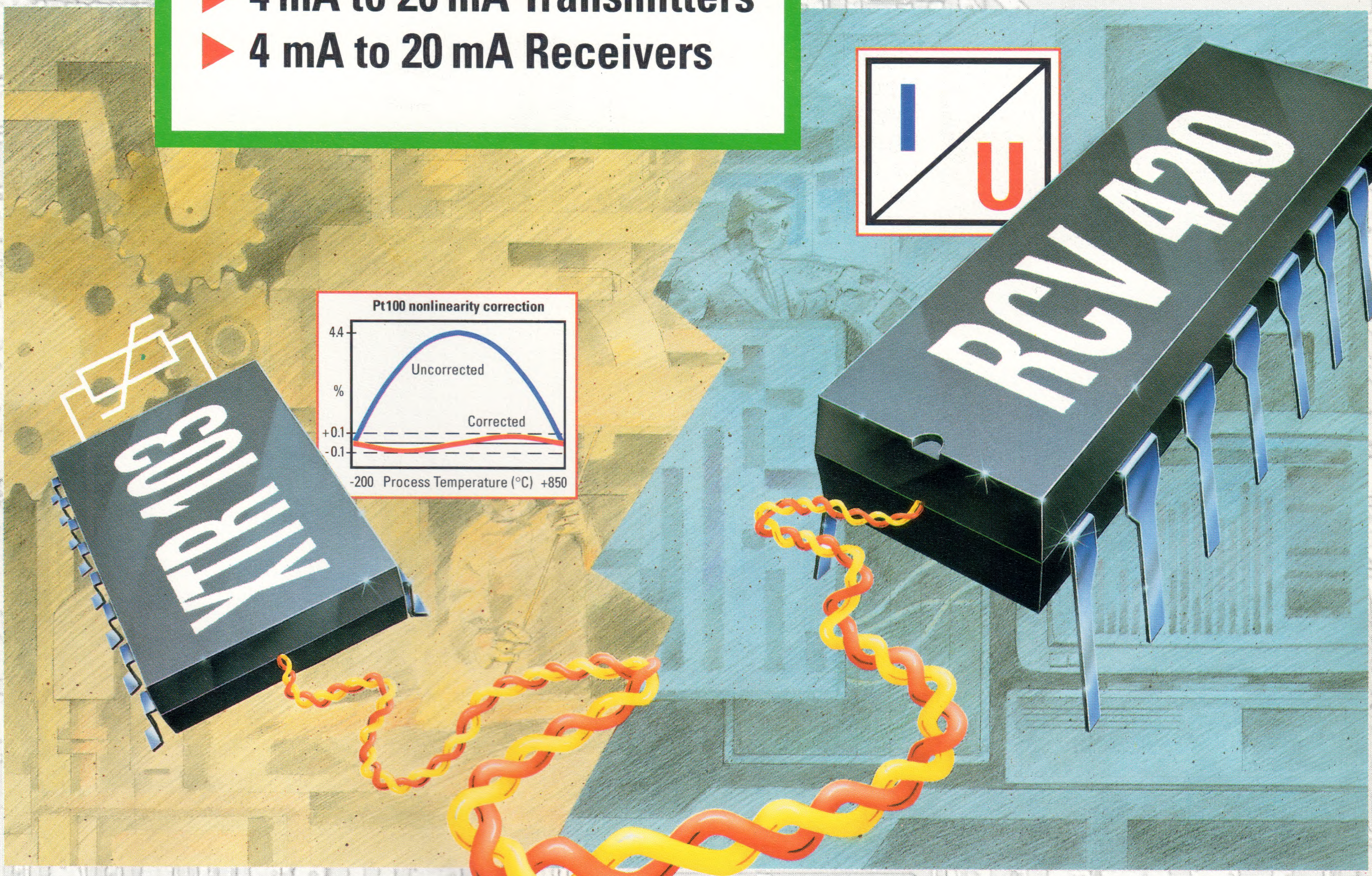
Hierin is DC = duty-cycle en t = temperatuur in °C. Bijvoorbeeld bij 0°C is DC = 0,320 of 32% en bij 130°C is DC = 0,931 of 93,1%. De Smart temperatuursensor is bruikbaar tussen -45°C en +130°C met een onnauwkeurigheid van minder dan 1,2°C. In het gebied tussen -30°C en +100°C is de totale onnauwkeurigheid minder dan 0,7°C bij een lineariteit van maximaal 0,2°C. De SMT160-30 is dan ook zeer geschikt voor 'menselijke' condities (klimaatregeling, voedselverwerking, enzovoorts). De sensor wordt tijdens het testen en inbranden ('burn-in') gekalibreerd.
De duty-cycle kan met behulp van een eenvoudig programma door een microprocessor worden gemeten. Het is tenslotte alleen nodig te bepalen hoe lang het signaal hoog respectievelijk laag is. Moderne microcontrollers kunnen met hoge snelheid monsters nemen, zodat de duty-cycle binnen 50 ms met een resolutie van 0,01°C kan worden bepaald. Om de gewenste nauwkeu-righeid te bereiken moeten meerdere sensorperioden worden gemeten, waardoor tevens ruis wordt uitgefilterd.

Voor informatie: Nijkerk Elektronika BV, Amsterdam
[JZ001]

Perfect Linearization of Analog Sensor Signals

- 4 mA to 20 mA Transmitters
- 4 mA to 20 mA Receivers

BURR-BROWN®

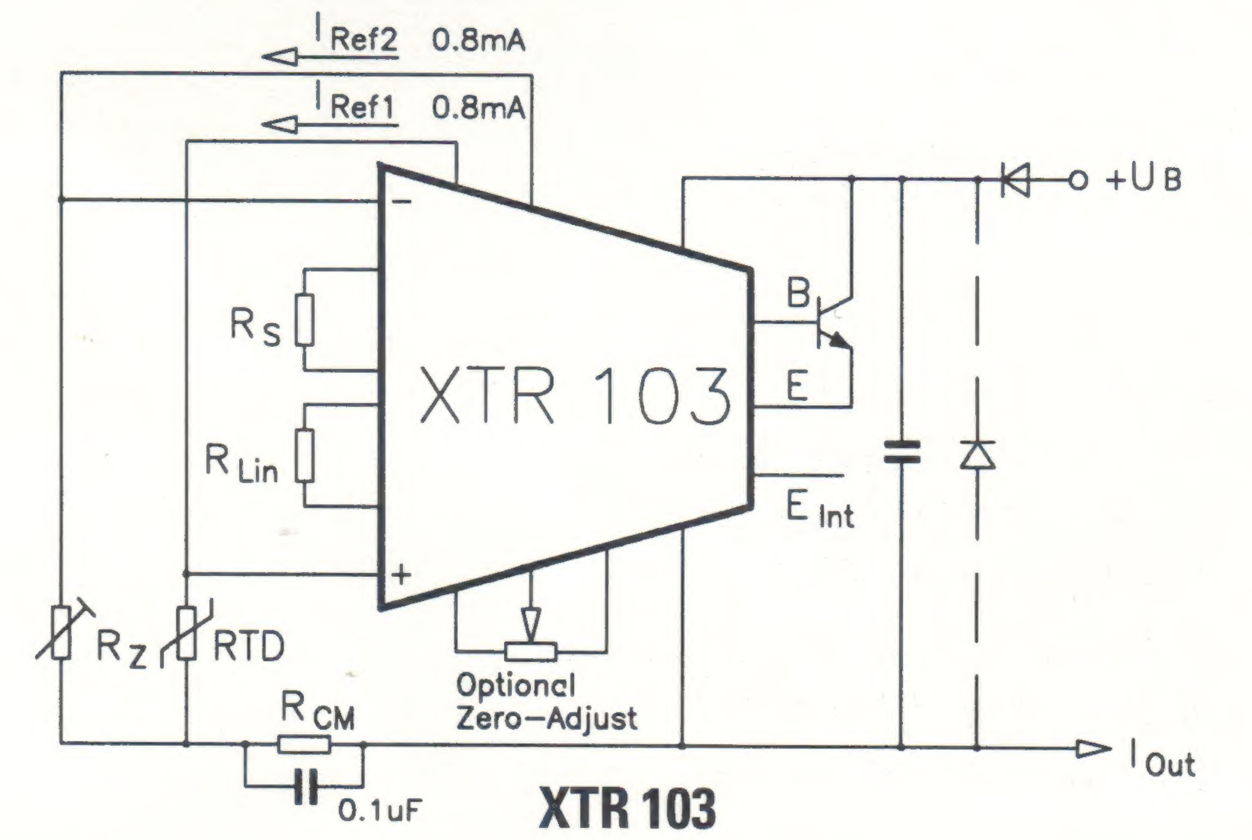


XTR 103

4 mA to 20 mA Two-Wire Transmitters with Linearization for Pt 100

With integrated current sources for 2- or 3-wire instrumentation; linearization of Pt 100 RTDs for the entire temperature range from -200°C to +850°C. Surface mount package enables a compact design.

Linearity (excl. Pt 100)	0.01%
Linearity of Pt 100 from -200°C to +850°C	0.1%
Offset drift	40 ppm/°C
PSRR (9 V to 40 V)	110 dB
Internal current sources	2 x 0.8 mA
Power supply	9 to 40 V
Packages	DIP 16, SO 16



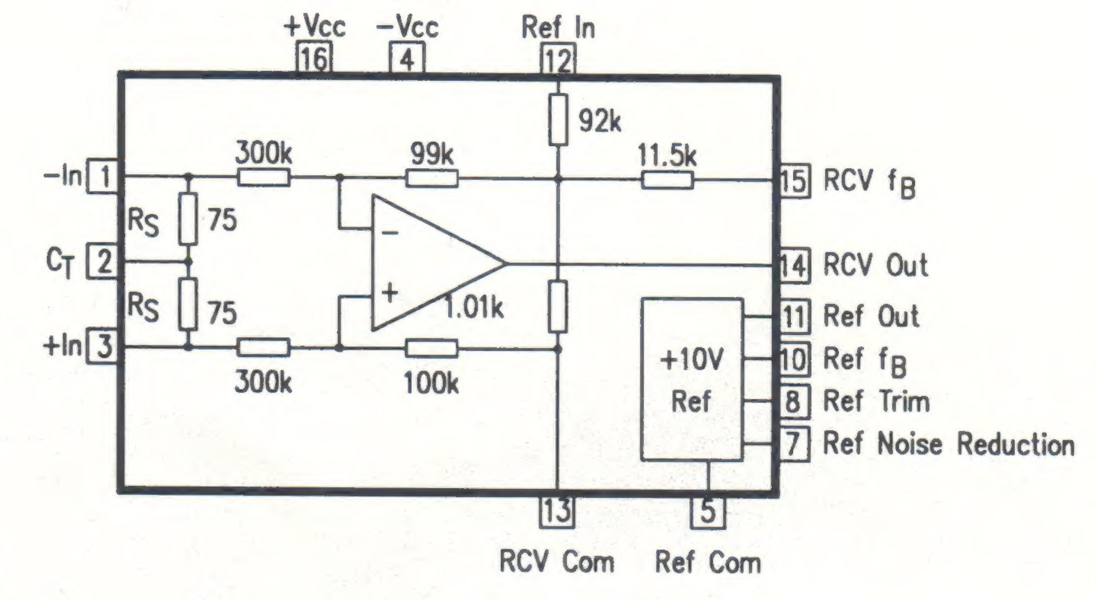
XTR 103

RCV 420

4 mA to 20 mA Precision Receiver

0.1% accuracy without additional gain, offset, or common-mode trimming. Two 75Ω measurement shunts enable the conversion of both positive and negative 4 mA to 20 mA currents. The internal voltage reference compensates the 4 mA offset.

Input	4 mA to 20 mA (0 mA to 20 mA) ±40 V CMV
Output	0 V to 5 V
Linearity	0.002%
Internal voltage reference	10 V ±5 mV
Power supply	±15 V
Package	DIP 16

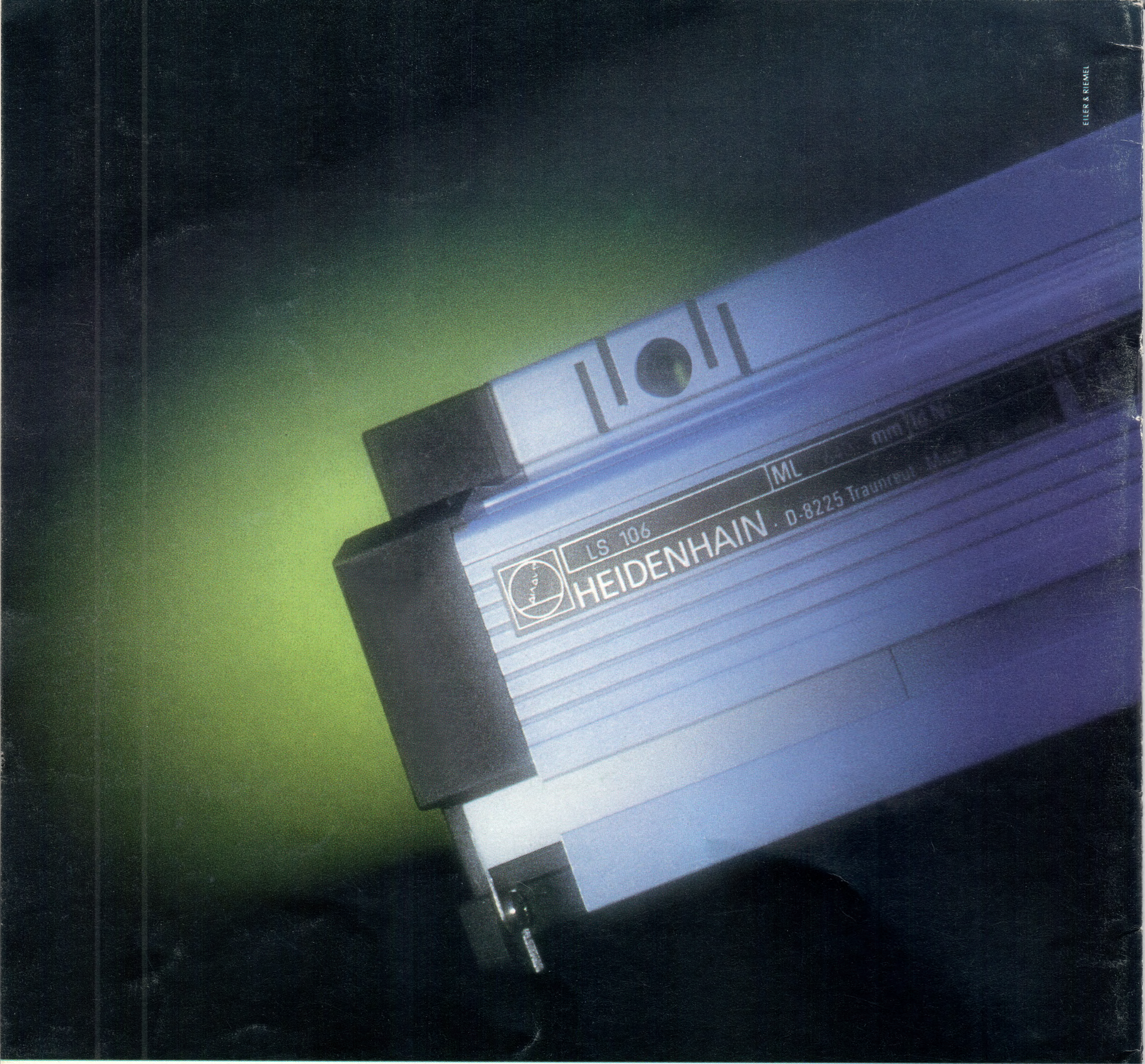


RCV 420

Put us to the test. Get to know our products better – it's easy. Evalution boards are available for the following products; DEM-Sensor-GC, DEM-XTR 103-GC, DEM-XTR 104-GC, etc. Don't forget to ask for our application notes.

For technical information and order placement please call:

- **BURR-BROWN International B.V., PO Box 1590, 3600 BN Maarssen, Tel. (03465) 502 04, Fax (03465) 504 15**


LS 106
ML
HEIDENHAIN . D-8225 Traunreut